



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Geologi Pertambangan

Pedagogik : Penentuan Aspek-Aspek Hasil Belajar
Profesional : Fosil dan Waktu Geologi

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Geologi Pertambangan

Penyusun :

Ansosry, ST., MT
UNP Padang
ansosryyosh@yahoo.co.id
085274486548

Reviewer :

Andi Asmunandar, ST
PT. BMK
—
—

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK
MEDAN
2016



KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan Guru Pembelajar.

Pedoman Penyusunan Modul Diklat Guru Pembelajar Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan merupakan petunjuk bagi penyelenggara pelatihan di dalam melaksanakan pengembangan modul. Pedoman ini disajikan untuk memberikan informasi tentang penyusunan modul sebagai salah satu bentuk bahan dalam kegiatan Guru Pembelajar bagi guru dan tenaga kependidikan.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan pedoman ini, mudah-mudahan pedoman ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi penyusun modul, pelaksanaan penyusunan modul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan modul diklat GP.

Jakarta, Maret 2016
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

	Halaman
Cover Luar	i
Cover Dalam	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar isi	iv
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Lampiran	
I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	1
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul	3
F. Indikator Pencapaian Kompetensi	3
1. Indikator Pedagogik	3
2. Indikator Profesional	3
II KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	4
A. Tujuan Pembelajaran	4
B. Uraian Materi Pembelajaran	4
1. Aspek-Aspek Penilaian.....	4
2. Kriteria Menilai Proses Belajar Mengajar.....	4
3. Aspek Penilaian Hasil Belajar (KPA).....	5
4. Pengertian Instrumen Evaluasi	11
5. Jenis-Jenis Instrumen Evaluasi.....	11
6. Prinsip-Prinsip Instrumen Evaluasi.....	12
7. Rangkuman	12
C. Aktivitas Pembelajaran	13
D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	13
E. Latihan/Kasus/Tugas	14
F. Kunci Jawaban	15
III KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	17
A. Tujuan Pembelajaran	17
B. Uraian Materi Pembelajaran	17

1. Jenis Fosil	17
2. Tipe Fosil	19
3. Rangkuman	23
C. Aktivitas Pembelajaran	23
D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	23
E. Latihan/Kasus/Tugas	24
F. Kunci Jawaban	25
IV KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	26
A. Tujuan Pembelajaran	26
B. Uraian Materi Pembelajaran	26
1. Definisi dan Pengertian Geologi.....	26
2. Sejarah Perkembangan Ilmu Geologi.....	28
3. Arti Waktu Dalam Geologi.....	30
4. Skala Waktu Geologi.....	32
5. Konsep-Konsep dan Hukum-Hukum Dalam Geologi.....	43
6. Rangkuman	48
C. Aktivitas Pembelajaran	49
D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	50
E. Latihan/Kasus/Tugas	50
F. Kunci Jawaban	51
V KEGIATAN PEMBELAJARAN 4	53
A. Tujuan Pembelajaran	53
B. Uraian Materi Pembelajaran	53
1. Klasifikasi Foraminifera Besar	53
2. Klasifikasi Foraminifera Kecil.....	60
3. Rangkuman	70
C. Aktivitas Pembelajaran	71
D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	71
E. Latihan/Kasus/Tugas	72
F. Kunci Jawaban	73
VI KEGIATAN PEMBELAJARAN 5	75
A. Tujuan Pembelajaran	75
B. Uraian Materi Pembelajaran	75
1. Determinasi Fosil Mikro	75

2.	Susunan kamar.....	76
3.	Bentuk Test dan Kamar Foraminifera	81
4.	Septa dan Suture	85
5.	Jumlah Kamar dan Jumlah Putaran	86
6.	Aperture	86
7.	Ornamen (Hiasan) Foraminifera	86
8.	Komposisi Test Foraminifera	89
9.	Rangkuman	94
C	Aktivitas Pembelajaran	95
D.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut	95
E.	Latihan/Kasus/Tugas	96
F.	Kunci Jawaban	97
VII	KEGIATAN PEMBELAJARAN 6	100
A.	Tujuan Pembelajaran	100
B.	Uraian Materi Pembelajaran	100
1.	Pengertian Keselamatan Kerja	100
2.	Tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	100
3.	Syarat-syarat keselamatan dan kesehatan kerja	101
4.	Tindakan/ Perbuatan Manusia	102
5.	Kondisi Lingkungan Fisik/ Mekanis yang Tidak Aman	103
6.	Upaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja	104
7.	Program Umum K3 (Keamanan, Kesehatan dan Kebersihan)	106
8.	Rangkuman	110
C.	Aktivitas Pembelajaran	111
D.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut	112
E.	Latihan/Kasus/Tugas	112
F.	Kunci Jawaban	113
VIII	KEGIATAN PEMBELAJARAN 7	115
A.	Tujuan Pembelajaran	115
B.	Uraian Materi Pembelajaran	115
1.	Genesha dari Bijih Besi)	115
2.	Genesha dari Nikel Laterit.....	116
3.	Genesha dari Emas Primer.....	116
4.	Genesha dari Emas Sekunder.....	118
5.	Genesha dari Batubara	118

6.	Genesha dari Mangan	119
7.	Genesha dari Timah	120
8.	Genesha dari Tembaga	121
9.	Genesha dari Batu Gamping	123
10.	Rangkuman	124
C	Aktivitas Pembelajaran	125
D.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut	125
E.	Latihan/Kasus/Tugas	126
F.	Kunci Jawaban	127
IX	KEGIATAN PEMBELAJARAN 8	129
A.	Tujuan Pembelajaran	129
B.	Uraian Materi Pembelajaran	129
1.	Analisa Pengembangan Desain Lereng Pit	129
2.	Analisa Pengembangan Desain Lereng Pit untuk Material Tanah	130
3.	Analisa Pengembangan Desain Lereng Pit untuk Material Batuan	140
4.	Rangkuman	145
C.	Aktivitas Pembelajaran	146
D.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut	147
E.	Latihan/Kasus/Tugas	147
F.	Kunci Jawaban	148
X	PENUTUP	150
A.	Evaluasi	150
B.	Glosarium	152
C.	Daftar Pustaka	153

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Contoh Makrofosil	18
Gambar 2. Contoh Mikrofosil	19
Gambar 3. Fosil Dari Hasil Organismenya Sendiri	20
Gambar 4. Fosil Dari Hasil Organismenya Sendiri	20
Gambar 5. Fosil Tulang Dinosaurius	21
Gambar 6. Fosil Giganotosaurus Carolinii	21
Gambar 7. Fosil Hasil Cetakan Bagian Dalam	21
Gambar 8. Fosil Hasil Cetakan Bagian Luar	22
Gambar 9. Fosil Hasil Cetakan Bagian Dalam dan Luar	22
Gambar 10. Fosil Hasil Cetakan Bagian Dalam	22
Gambar 11. Interaksi antara Litosfir, Hidrosfir, Biosfir dan Atmosfir	28
Gambar 12. Tiga Jenis Bentuk Ketidakselarasan dalam Geologi: (a). Angular Unconformity; (b). Disconformity; dan (c). Non-conformity	46
Gambar 13. Foto Lapangan dari Bentuk “Angular dan Sketsa “Angular Unconformity” dan Unconformity” dan “Disconformity” “Disconformity”	46
Gambar 14. Foto singkapan batuan intrusi dyke (warna gelap) memotong batuan samping (warna terang). Intrusi dyke lebih muda terhadap batuan sampingnya	47
Gambar 15. Foto singkapan batuan intrusi dyke (warna hitam) memotong batuan samping (warna putih terang). Intrusi dyke lebih muda terhadap batuan sampingnya	48
Gambar 16. Genus <i>Aktinocyclus</i>	54
Gambar 17. Genus <i>Asterocyclus</i>	54
Gambar 18. Genus <i>Discocyclus</i>	55
Gambar 19. Genus <i>Asslina</i>	55
Gambar 20. Genus <i>Cycloclypeus</i>	56
Gambar 21. Genus <i>Nummulites</i>	56
Gambar 22. Genus <i>Alveolina</i>	57
Gambar 23. Genus <i>Alveolinella</i>	57
Gambar 24. Genus <i>Miogyopsina</i>	58
Gambar 25. Genus <i>Miogyopsinoides</i>	58
Gambar 26. Genus <i>Biplanispira</i>	59
Gambar 27. Genus <i>Pellatispira</i>	59
Gambar 28. Genus <i>Lepidocyclus</i>	59
Gambar 29. Genus <i>Globigerina</i>	60

Gambar 30.	Genus <i>Pulleniatina</i>	61
Gambar 31.	Genus <i>Sphaeroidinella</i>	61
Gambar 32.	Genus <i>Orbulina</i>	62
Gambar 33.	<i>Cribrohantkenina Bermudesi</i>	62
Gambar 34.	<i>Clavigerinella Jarvisi</i>	62
Gambar 35.	<i>Cassigerinella Chipolensis</i>	63
Gambar 36.	Genus <i>Globorotalia</i>	63
Gambar 37.	Genus <i>Globotruncana</i>	64
Gambar 38.	Genus <i>Ammobaculites</i>	64
Gambar 39.	Genus <i>Amondiscus</i>	65
Gambar 40.	Genus <i>Amphistegerina</i>	65
Gambar 41.	Genus <i>Bathysiphon</i>	66
Gambar 42.	Genus <i>Bolivina</i>	66
Gambar 43.	Genus <i>Cibicides</i>	66
Gambar 44.	Genus <i>Dentalina</i>	67
Gambar 45.	Genus <i>Elphidium</i>	67
Gambar 46.	Genus <i>Nodogerina</i>	68
Gambar 47.	Genus <i>Nodosaria</i>	68
Gambar 48.	Genus <i>Nonion</i>	68
Gambar 49.	Genus <i>Rotalia</i>	69
Gambar 50.	Genus <i>Saccamina</i>	69
Gambar 51.	Genus <i>Textularia</i>	70
Gambar 52.	Genus <i>Uvigerina</i>	70
Gambar 53.	Susunan Kamar	76
Gambar 54.	<i>Bigerina</i>	81
Gambar 55.	<i>Vulvulina</i>	81
Gambar 56.	Format Perhitungan Kamar Foraminifera	86
Gambar 57.	<i>Quingueloculina</i>	94
Gambar 58.	<i>Orbulina</i>	94
Gambar 59.	Perlengkapan Pelindung Diri	107
Gambar 60.	Langkah-Langkah Penggunaan Hoek Chart	131
Gambar 61.	Lima Kondisi Air Tanah Yang Digunakan Untuk Analisa Grafis Hoek Chart	133
Gambar 62.	Chart No 1 Digunakan Untuk Kondisi Pertama	134
Gambar 63.	Chart No 2 Digunakan Untuk Kondisi Pertama	134
Gambar 64.	Chart No 3 Digunakan Untuk Kondisi Pertama	135
Gambar 65.	Chart No 4 Digunakan Untuk Kondisi Pertama	135

Gambar 66.	Chart No 5 Digunakan Untuk Kondisi Pertama	136
Gambar 67.	Ilustrasi Sederhana kelongsoran	137
Gambar 68.	Analisis Lereng Cara Bioshop	137
Gambar 69.	Ilustrasi Kondisi Lereng Untuk Perhitungan Tabel 1	139
Gambar 70.	Ilustrasi Kondisi Lereng Untuk Stereografis	141
Gambar 71.	Proyeksi Stereografis Bidang Lemah	141
Gambar 72.	Ilustrasi Lereng Dengan Bidang Luncur	142
Gambar 73.	Longsoran Bidang	143
Gambar 74.	Model Longsoran Baji	145

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kata Kerja Operasional Ranah Pengetahuan	8
Tabel 2. Kata Kerja Operasional Ranah Sikap	9
Tabel 3. Kata Kerja Operasional Ranah Keterampilan	10
Tabel 4. Rubrik Umpan Balik Isi Modul	14
Tabel 5. Rubrik Umpan Balik Isi Modul	24
Tabel 6. Peristiwa Kemunculan dan Kepunahan Berbagai Jenis Organisme (Fauna dan Flora) pada Skala Waktu Geologi Sepanjang 650 Juta Tahun Lalu Hingga Saat Ini..	34
Tabel 7. Skala Waktu Geologi Relatif	36
Tabel 8. Skala Waktu Geologi Relatif dan Umur Radiometrik	37
Tabel 9. Skala Waktu Geologi Menurut International Commission on Stratigraphy	38
Tabel 10. Skala Waktu Geologi Masa Kenozoikum Menurut U.S. Geological Survey Geologic Time Scale	39
Tabel 11. Skala Waktu Geologi Kala Kenozoikum Menurut International Geologic Time Scale	39
Tabel 12. Unsur-Unsur Utama Radioaktif yang Dipakai Untuk Pelarikan Umur.....	40
Tabel 13. Rubrik Umpan Balik Isi Modul	50
Tabel 14. Rubrik Umpan Balik Isi Modul	72
Tabel 15. Pembagian Bentuk Kamar Monothalamus	77
Tabel 16. Pembagian Bentuk Kamar <i>Uniformed Test</i>	79
Tabel 17. Macam-Macam Bentuk Test Foraminifera	82
Tabel 18. Macam-Macam Bentuk Kamar Foraminifera	84
Tabel 19. Macam-Macam Bentuk Suture pada Foraminifera	85
Tabel 20. Macam-Macam Bentuk Apature Foraminifera	89
Tabel 21. Macam Bentuk Hiasan Foraminifera Berdasarkan Letak Hiasannya	90
Tabel 22. Rubrik Umpan Balik Isi Modul	95
Tabel 23. Rubrik Umpan Balik Isi Modul	112
Tabel 24. Rubrik Umpan Balik Isi Modul	125
Tabel 25. Rubrik Umpan Balik Isi Modul	147

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Program Guru Pembelajar (GP) adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Guru Pembelajar sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan GP akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan GP baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk GP dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat GP dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Pedoman penyusunan modul diklat GP bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam mengembangkan modul pelatihan yang diperlukan guru dalam melaksanakan kegiatan GP.

B. Tujuan

Tujuan umum GP adalah meningkatkan kualitas layanan dan mutu pendidikan di sekolah/madrasah serta mendorong guru untuk senantiasa memelihara dan meningkatkan kompetensi secara terus-menerus sesuai dengan profesinya.

Tujuan khusus GP adalah:

- 1 Meningkatkan kompetensi guru untuk mencapai standar kompetensi yang ditetapkan dalam peraturan perundangan yang berlaku.
- 2 Memenuhi kebutuhan guru dalam peningkatan kompetensi sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni.
- 3 Meningkatkan komitmen guru dalam melaksanakan tugas pokok dan fungsinya sebagai tenaga profesional.
- 4 Menumbuhkembangkan rasa cinta dan bangga sebagai penyandang profesi guru.

C. Peta Kompetensi

NO.	KOMPE- TENS UTAMA	STANDAR KOMPETENSI GURU		
		KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI GURU MATA PELAJARAN/KELAS/KEA HLIAN/BK	Indikator Esensial/ Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
1	PEDAGOGIK	Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.	8.2 Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu.	8.2.1 Aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi (sikap, pengetahuan dan keterampilan) diidentifikasi sesuai dengan karakteristik kompetensi dasar pada setiap paket keahlian.
2	PROFESIONAL	Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.	20.12 Menerapkan prinsip-prinsip pengertian fosil dan waktu geologi.	20.12.2 Merumuskan jenis-jenis fosil berdasarkan ukurannya.
				20.12.3 Merumuskan skala waktu geologi.
			20.13 Mengamati perbedaan fosil makro dengan fosil mikro	20.13.1 Merumuskan klasifikasi fosil.
			20.15 Menyajikan hasil analisis fosil mikro guna menentukan lingkungan pengendapan.	20.15.3 Merumuskan determinasi fosil mikro.
			20.20 Menerapkan upaya mencegah kecelakaan kerja pada tiap item paket keahlian geologi pertambangan.	20.20.1 Menerapkan kriteria dan persyaratan keselamatan kerja
			20.33 Memahami konsep dan karakteristik bahan galian di alam.	20.33.2 Merencanakan beberapa konstruksi model endapan bahan galian.
			20.43 Merancang konsep mekanika dan sifat-sifat batuan geotek.	20.43.2 Merumuskan pengembangan desain lereng dari pit.

D. RuangLingkup

Pedoman ini penyusunan modul diklat GP yang berisi pengertian dan manfaat modul, prinsip penulisan modul, ciri-ciri modul, kriteria penulisan modul, tahapan pengembangan modul.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Agar modul ini dapat dipergunakan secara efektif dan tepat sasaran, maka pengguna modul diharapkan:

1. Membaca *out line* modul terlebih dahulu.
2. Mengetahui peta kompetensi.
3. Memahami kompetensi utama, kompetensi inti, kompetensi guru mata pelajaran atau kelas.
4. Memahami indikator esensial atau indikator pencapaian kompetensi (IPK)
5. Memahami tujuan pembelajaran setiap kegiatan pembelajaran.
6. Memahami seluruh isi kegiatan pembelajaran dengan menjawab Latihan/Soal/Tugas yang disediakan. Kemudian mencocokkan dengan kunci jawaban yang disediakan.
7. Melakukan pengayaan dengan membaca buku – buku sumber, artikel, karya ilmiah dan hasil penelitian sebelumnya.

F. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Indikator Pencapaian Kompetensi Pedagogik

- a. 8.2.1 Aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi (sikap, pengetahuan dan keterampilan) diidentifikasi sesuai dengan karakteristik kompetensi dasar pada setiap paket keahlian.

2. Indikator Pencapaian Kompetensi Profesional

- a. 20.12.2 Merumuskan jenis-jenis fosil berdasarkan ukurannya.
- b. 20.12.3 Merumuskan skala waktu geologi.
- c. 20.13.1 Merumuskan klasifikasi fosil.
- d. 20.15.3 Merumuskan determinasi fosil mikro.
- e. 20.20.1 Menerapkan kriteria dan persyaratan keselamatan kerja
- f. 20.33.2 Merencanakan beberapa konstruksi model endapan bahan galian.
- g. 20.43.2 Merumuskan pengembangan desain lereng dari pit.

II. KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

A. Tujuan Pembelajaran

Modul ini disusun berdasarkan kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Kedua kompetensi tersebut dirangkum ke dalam kompetensi inti, kompetensi guru dan indikator pencapaian kompetensi. Oleh karena itu penulisan pembelajaran 1 ini bertujuan untuk:

1. Memberikan pengetahuan tentang kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi proses hasil belajar.
2. Memberikan pengetahuan kepada guru tentang penyusunan kisi-kisi yang dikembangkan sesuai dengan tujuan penilaian.
3. Melakukan evaluasi proses dan hasil belajar.
4. Memberikan pengetahuan tentang proses penyusunan evaluasi hasil belajar dengan menggunakan instrumen yang telah ditetapkan sebelumnya.

B. Uraian Materi Pembelajaran

1. Aspek-Aspek Penilaian

Kurikulum sebagai acuan dalam penyelenggaraan pendidikan dapat dirancang dengan berbagai orientasi. Hal ini tergantung kepada filosofi yang mendasari pengembangan kurikulum tersebut.

Kurikulum 2013 adalah kurikulum yang orientasinya ditujukan kepada penyeimbangan sikap, keterampilan dan pengetahuan. Berbeda dengan yang selama ini berlangsung, dimana pembelajaran lebih mengutamakan pengetahuan dan keterampilan teknis.

2. Kriteria Menilai Proses Belajar Mengajar

Tujuan pendidikan dapat diturunkan dari tiga macam sumber, yaitu:

- a. Pembelajaran dari siswa.
- b. Pembelajaran dari masyarakat dimana mereka hidup.
- c. Dari pertimbangan para ahli pendidikan.

Tujuan pendidikan yang telah ditetapkan untuk dicapai sebaiknya ditunjukkan sejak dalam perencanaan, implementasi dan evaluasi pengajaran. Ada tiga faktor yang perlu dipahami oleh seorang guru dalam proses pembelajaran. Tiga faktor itu memiliki posisi strategis guna membawa siswa dapat mencapai satu tahapan mampu melakukan perubahan perilaku. Ketiga faktor yang dimaksud, yaitu metode evaluasi, cara belajar, dan tujuan pembelajaran.

Dalam PBK (Penilaian Berbasis Kelas) dibedakan antara penilaian (*assessment*) dan penilaian (*evaluation*). *Assessment* merupakan kegiatan untuk memperoleh informasi tentang pencapaian dan kemajuan belajar siswa, dan mengefektifkan penggunaan informasi tersebut untuk mencapai tujuan pendidikan. *Evaluation* adalah kegiatan yang dirancang untuk mengukur keefektifan suatu sistem pendidikan secara keseluruhan, termasuk kurikulum, *assessment*, pelaksanaannya, pengelolaannya, dan lain-lain. Maka evaluasi lebih luas ruang lingkupnya daripada penilaian (*assessment*). Seorang guru perlu memahami metode evaluasi dan penilaian. Yang dimaksudkan dengan metode evaluasi yaitu cara-cara evaluasi yang digunakan oleh seorang guru agar memperoleh informasi yang diperlukan.

Dari pemahaman bermacam-macam metode evaluasi tersebut, kemudian dipilih yang paling tepat untuk dapat diterapkan kepada para siswa. Tugas guru dalam melakukan evaluasi dan penilaian adalah membantu siswa dalam mencapai tujuan dari pendidikan yang telah ditetapkan. Agar tercapai tujuan pendidikan yang dimaksud, seorang guru perlu bertindak secara aktif dalam membantu setiap langkah dalam proses pembelajaran.

3. Aspek Penilaian Hasil Belajar

Dalam dunia pendidikan tidak terlepas dari aktivitas pembelajaran. Pembelajaran itu sendiri untuk mengetahui sejauh mana keberhasilannya dalam merancang apa yang disebut dengan penilaian. Penilaian yang baik harus didasarkan pada landasan teori yang kemudian diperkuat dengan langkah-langkah teknis melakukan penilaian tersebut.

Para pengajar seharusnya lebih faham tentang bagaimana melakukan penilaian pembelajaran yang efektif sesuai dengan aspek-aspek apa yang seharusnya dinilai dan dengan mempergunakan alat penilaian apa yang tepat untuk mengukur aspek penilaian tersebut.

Penilaian mempunyai sejumlah fungsi di dalam proses belajar mengajar, yaitu:

- a. Sebagai alat guna mengetahui apakah siswa telah menguasai pengetahuan, nilai-nilai, norma-norma dan keterampilan yang telah diberikan oleh guru.
- b. Untuk mengetahui aspek-aspek kelemahan peserta didik dalam melakukan kegiatan belajar.
- c. Mengetahui tingkat ketercapaian siswa dalam kegiatan belajar.
- d. Sebagai sarana umpan balik bagi seorang guru, yang bersumber dari siswa.
- e. Sebagai alat untuk mengetahui perkembangan belajar siswa.

f. Sebagai materi utama laporan hasil belajar kepada para orang tua siswa.

Terdapat 6 (enam) tujuan penilaian dalam kaitannya dengan belajar mengajar, yaitu:

a. Menilai Ketercapaian Tujuan

Ada keterkaitan antara tujuan belajar, metode penilaian, dan cara belajar siswa. Cara penilaian biasanya akan menentukan cara belajar siswa, sebaliknya tujuan evaluasi akan menentukan metode evaluasi yang digunakan oleh siswa.

b. Mengukur Macam-Macam Aspek Belajar yang Bervariasi

Belajar dikategorikan sebagai kognitif, psikomotoris, dan afektif. Batasan tersebut umumnya dieksplicitkan sebagai pengetahuan, keterampilan dan sikap/nilai. Semua tipe belajar sebaiknya dievaluasi dalam proporsi yang tepat.

c. Sebagai Sarana untuk Mengetahui Apa yang Siswa Telah Ketahui

Setiap siswa masuk kelas dengan membawa pengalamannya masing-masing, serta karakteristiknya. Guru perlu mengetahui keadaan siswanya agar guru dapat berangkat dari pengalaman siswa yang beragam dalam memulai pembelajarannya. Guru perlu mengetahui dan memperhatikan kekuatan, kelemahan dan minat siswa sehingga mereka termotivasi untuk belajar atas dasar apa yang telah mereka miliki dan mereka butuhkan.

d. Memotivasi Belajar Siswa

Penilaian juga harus dapat memotivasi belajar siswa. Guru harus menguasai bermacam-macam teknik memotivasi siswa. Hasil penilaian akan menstimulasi tindakan siswa. Dengan merencanakan secara sistematis sejak pretest sampai ke postes, guru dapat membangkitkan semangat siswa untuk tekun belajar secara kontinu.

e. Menyediakan Informasi untuk Tujuan Bimbingan dan Konseling

Informasi diperlukan jika bimbingan dan konseling yang efektif diperlukan, informasi yang berkaitan dengan problem pribadi seperti data kemampuan, kualitas pribadi, kemampuan bersosialisasi dan skor hasil belajar.

f. Menjadikan Hasil Evaluasi dan Penilaian Sebagai Dasar Perubahan Kurikulum

Hasil evaluasi siswa, pengalaman kerja siswa, analisis kebutuhan masyarakat dan analisis pekerjaan merupakan teknik konvensional yang sering digunakan untuk mengubah kurikulum.

Sedangkan yang sesuai dengan orientasi kurikulum 2013, maka setiap proses pembelajaran harus ditujukan kepada penyeimbangan aspek sikap,

keterampilan dan pengetahuan. Sebagai konsekwensinya, setiap pendidik/guru dituntut untuk mampu melakukan penilaian tidak hanya terhadap aspek pengetahuan, tetapi juga terhadap aspek sikap dan keterampilan.

Agar penilaian tidak mengarah kepada subjektivitas, maka harus ada *indikator* yang akan menjadi sasaran penilaian. Indikator yang menjadi sasaran penilaian tersebut di dalam kurikulum 2013 disebut sebagai kata kerja operasional. Sehubungan dengan hal tersebut, berikut ini disajikan Tabel kata kerja operasional pada masing-masing aspek (lihat **Tabel 1, 2 dan 3**).

Tabel 1. Kata Kerja Operasional Ranah Pengetahuan

Mengingat (C1)	Memahami (C2)	Menerapkan (C3)	Menganalisis (C4)	Mengevaluasi (C5)	Menciptakan (C6)
Membilang	Menjelaskan	Menerapkan	Menganalisis	Membandingkan	Mengabstraksi
Mendaftar	Mengategorikan	Menggunakan	Mendiagnosis	Menyimpulkan	Menganimasi
Menunjukkan	Mengasosiasikan	Menyelidiki	Menyeleksi	Menilai	Mengombinasikan
Menamai	Membandingkan	Mengoperasikan	Merinci	Mengkritik	Mengarang
Menandai	Menghitung	Melaksanakan	Mendiagramkan	Memprediksi	Membangun
Membaca	Menguraikan	Memproduksi	Membagikan	Menafsirkan	Menciptakan
Menghafal	Membedakan	Memproses	Menelaah	Mempertahankan	Mengkreasikan
Mengulang	Mendiskusikan	Melakukan	Mengedit	Membuktikan	Merancang
Memilih	Mencontohkan	Mengimplementasikan	Mengaitkan	Memvalidasi	Merencanakan
Melafalkan	Mengemukakan		Memilah	Mengetes	Membentuk
Menuliskan	Menyimpulkan			Memproyeksikan	Merumuskan
Menyebutkan	Merangkum				Menggabungkan
	Menjabarkan				Memadukan
	Mengidentifikasi				Mereparasi
	Mengartikan				Memproduksi
	Menghitung				Merekonstruksi
					Memodifikasi

Sumber: Ditabulasikan dari Ridwan (2014)

Tabel 2. Kata Kerja Operasional Ranah Sikap

Menerima (A1)	Menanggapi (A2)	Menilai (A3)	Mengelola (A4)	Menghayati (A5)
Memilih	Menjawab	Mengasumsikan	Menganut	Mengubah perilaku
Mempertanyakan	Membantu	Meyakini	Mengubah	Berakhlak mulia
Mengikuti	Mengajukan	Melengkapi	Menata	Mempengaruhi
Memberi	Mengompromikan	Meyakinkan	Mengklasifikasikan	Mendengarkan
Menganut	Menyenangi	Memperjelas	Mengombinasikan	Mengkualifikasi
Mematuhi	Menyambut	Memprakarsai	Mempertahankan	Melayani
Meminati	Mendukung	Mengimani	Membangun	Menunjukkan
	Menyetujui	Mengundang	Membentuk pendapat	Membuktikan
	Menampilkan	Menggabungkan	Memadukan	Memecahkan
	Melaporkan	Mengusulkan	Mengelola	
	Memilih	Menekankan	Menegosiasi	
	Mengatakan	Menyumbang	Merembuk	
	Memilah			
	Menolak			

Sumber: Ditabulasikan dari Ridwan (2014)

Tabel 3. Kata Kerja Operasional Ranah Keterampilan

Menirukan (P1)	Memanipulasi (P2)	Presisi (P3)	Artikulasi (P4)	Pengalamiahan (P5)
Menyalin	Mendemonstrasikan	Menunjukkan	Mempertajam	Memproduksi
Mengikuti	Memanipulasi	Melengkapi	Membentuk	Mencampur
Mereplikasi	Membuat kembali	Menyempurnakan	Menseketsa	Mengoperasikan
Mengulangi	Membangun	Mengkalibrasi	Membangun	Mengemas
Mematuhi	Melakukan	Mengendalikan	Mengatasi	Mendesain
	Melaksanakan		Menggabungkan	Menentukan
	Mempraktikkan		Koordinat	Mengelola
	Menerapkan		Mengintegrasikan	Menciptakan
			Beradaptasi	
			Mengembangkan	
			Merumuskan	
			Memodifikasi	

Sumber: Ditabulasikan dari Ridwan (2014)

Sebagai sasaran penilaian, indikator pencapaian kompetensi haruslah merupakan penjabaran atau hasil pengidentifikasian dari Kompetensi Dasar (KD) yang merupakan jabaran dari Kompetensi Inti (KI) di setiap mata pelajaran. Sehingga dapat dikatakan bahwa penyusunan instrumen penilaian ditentukan oleh kata kerja operasional yang ada di dalam KD dan indikator pencapaian kompetensi yang telah dirumuskan.

4. Pengertian Instrumen Evaluasi

Dalam pendidikan terdapat bermacam-macam instrument atau alat evaluasi yang dapat dipergunakan untuk menilai proses dan hasil pendidikan yang telah dilakukan terhadap anak didik.

Instrument evaluasi hasil belajar digunakan untuk memperoleh informasi deskriptif dan informasi judgemental yang dapat berwujud tes maupun non-tes. Tes dapat berwujud objektif atau uraian. Sedangkan non-tes dapat berbentuk lembar pengamatan atau questioner. Penyusunan instrument evaluasi baik tes maupun non-tes hendaknya memenuhi syarat Instrument yang baik yaitu valid dan reliabel.

Penggunaan instrument evaluasi harus dilaksanakan secara objektif dan terbuka agar diperoleh informasi yang sah, dapat dipercaya sehingga dapat bermanfaat bagi peningkatan mutu pembelajaran.

5. Jenis-Jenis Instrumen Evaluasi

Dalam melaksanakan evaluasi pendidikan hendaknya dilakukan secara sistematis dan terstruktur. Evaluasi pendidikan secara garis besar melibatkan 3 jenis yaitu: input, proses dan output. Apabila prosedur yang dilakukan tidak bercermin pada 3 jenis evaluasi tersebut maka dikhawatirkan hasil yang digambarkan oleh hasil evaluasi tidak mampu menggambarkan kondisi yang sesungguhnya terjadi dalam proses pembelajaran. Langkah-langkah dalam melaksanakan kegiatan evaluasi pendidikan secara umum adalah sebagai berikut :

- a. Perencanaan (mengapa perlu evaluasi, apa saja yang hendak dievaluasi, tujuan evaluasi, teknik apa yang hendak dipakai, siapa yang hendak dievaluasi, kapan, dimana, penyusunan instrument, indikator, data apa saja yang hendak digali, dsb).
- b. Pengumpulan data (tes, observasi, kuesioner, dan sebagainya sesuai dengan tujuan).
- c. Verifikasi data (uji instrument, uji validitas, uji reliabilitas, dsb)
- d. Pengolahan data (memaknai data yang terkumpul, kualitatif atau kuantitatif, apakah hendak diolah dengan statistik atau non statistik, apakah dengan

parametrik atau non parametrik, apakah dengan manual atau dengan software (misal : SAS, SPSS)

- e. Penafsiran data, (ditafsirkan melalui berbagai teknik uji, diakhiri dengan uji hipotesis ditolak atau diterima, jika ditolak mengapa? Jika diterima mengapa? Berapa taraf signifikannya?), interpretasikan data tersebut secara berkesinambungan dengan tujuan evaluasi sehingga akan tampak hubungan sebab akibat. Apabila hubungan sebab akibat tersebut muncul maka akan lahir alternatif yang ditimbulkan oleh evaluasi itu.

6. Prinsip-Prinsip Instrumen Evaluasi

Terdapat beberapa prinsip dalam instrumen evaluasi yaitu:

a. Keterpaduan

Evaluasi harus dilakukan dengan prinsip keterpaduan antara tujuan instruksional pengajaran, materi pembelajaran dan metode pengajaran.

b. Keterlibatan Peserta Didik

Prinsip ini merupakan suatu hal yang mutlak, karena keterlibatan peserta didik dalam evaluasi bukan alternatif, tetapi kebutuhan mutlak.

c. Koherensi

Evaluasi harus berkaitan dengan materi pengajaran yang telah dipelajari dan sesuai dengan ranah kemampuan peserta didik yang hendak diukur.

d. Pedagogis

Perlu adanya tool penilai dari aspek pedagogis untuk melihat perubahan sikap dan perilaku sehingga pada akhirnya hasil evaluasi mampu menjadi motivator bagi diri siswa.

e. Akuntabel

Hasil evaluasi haruslah menjadi alat akuntabilitas atau bahan pertanggungjawaban bagi pihak yang berkepentingan seperti orang tua siswa, sekolah, dan lainnya.

7. Rangkuman

- a. Faktor-faktor yang perlu dipahami oleh seorang guru dalam proses pembelajaran, yaitu metode evaluasi, cara belajar, dan tujuan pembelajaran.
- b. Tujuan penilaian, yaitu menilai ketercapaian tujuan, mengukur macam-macam aspek belajar yang bervariasi, sebagai sarana untuk mengetahui apa yang siswa telah ketahui, memotivasi belajar siswa, menyediakan informasi untuk tujuan bimbingan dan konseling dan menjadikan hasil evaluasi dan penilaian sebagai dasar perubahan kurikulum.

- c. Insrtument evaluasi hasil belajar digunakan untuk memperoleh informasi deskriptif dan informasi judgemental yang dapat berwujud tes maupun non-tes.
- d. Langkah-langkah dalam melaksanakan kegiatan evaluasi pendidikan, yaitu perencanaan, pengumpulan data, verifikasi data, pengolahan data dan penafsiran data.

C. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai kompetensi pedagogik ini adalah:

1. Mengamati

Mengamati aspek-aspek dan kriteria penilaian dalam proses belajar mengajar dengan bantuan instrument evaluasi.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang landasan teori yang termasuk kedalam instrument evaluasi.

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang berhubungan dengan aspek-aspek penilaian dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada instrument evaluasi.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data dan menentukan hubungan aspek-aspek penilaian dengan instrument evaluasi, untuk selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang kriteria penilaian dalam proses belajar mengajar.

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang aspek-aspek dan kriteria penilaian dalam proses belajar mengajar secara lisan oleh pengajar ke peserta didik.

D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk mendapatkan umpan balik setelah mempelajari modul pembelajaran 1 ini, guru-guru diminta untuk mengisi rubrik umpan balik ini dan memberikan masukan yang konstruktif yang disediakan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rubrik Umpan Balik Isi Modul

No	Pokok Bahasan	Pertanyaan Umpan Balik	Jawaban Guru dan Tindak Lanjut
1	Kriteria Penilaian	Apakah saudara mampu merumuskan kriteria penilaian yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran (C6)	
2	Aspek Penilaian Hasil Belajar	Apakah saudara paham tentang bagaimana melakukan penilaian hasil belajar yang efektif (P2)	
3	Instrumen Evaluasi	Apakah saudara paham cara menggunakan instrument evaluasi secara objektif dan terbuka (C3)	

E. Latihan/Soal/Tugas

1. Soal Essey

- Jelaskan defenisi *Assessment* dalam penilaian berbasis kelas?
- Jelaskan fungsi penilaian di dalam proses belajar mengajar?
- Apakah yang dimaksud menyediakan informasi untuk tujuan bimbingan dan konseling dalam tujuan penelitian?
- Apakah fungsi Insrtument evaluasi hasil belajar?
- Sebutkan langkah-langkah dalam melaksanakan kegiatan evaluasi pendidikan secara umum secara berurutan?

2. Soal Pilihan Ganda

- Manakah yang tidak termaksud ke dalam kategori dari belajar?
 - Kognitif
 - Ragawi
 - Psikomotoris
 - Afektif
- C4 pada kata kerja operasional ranah pengetahuan, menyatakan apa?
 - Menganalisis
 - Memahami
 - Menerapkan
 - Menciptakan
- Apakah kode huruf untuk kata mengimani?
 - A1
 - A2
 - A3
 - A4

- d. P3 pada kata kerja operasional ranah keterampilan, menyatakan apa?
 - A. Artikulasi
 - B. Presisi
 - C. Menirukan
 - D. Memanipulasi
- e. Manakah yang tidak termasuk ke dalam verifikasi data ?
 - A. Uji instrument
 - B. Uji validitas
 - C. Uji reliabilitas
 - D. Uji indikator

F. Kunci Jawaban

1. Essey

- a. *Assessment* merupakan kegiatan untuk memperoleh informasi tentang pencapaian dan kemajuan belajar siswa dan mengefektifkan penggunaan informasi tersebut untuk mencapai tujuan pendidikan.
- b. Fungsi penilaian di dalam proses belajar mengajar:
 - 1) Sebagai alat guna mengetahui apakah siswa telah menguasai pengetahuan, nilai-nilai, norma-norma dan keterampilan yang telah diberikan oleh guru.
 - 2) Untuk mengetahui aspek-aspek kelemahan peserta didik dalam melakukan kegiatan belajar.
 - 3) Mengetahui tingkat ketercapaian siswa dalam kegiatan belajar.
 - 4) Sebagai sarana umpan balik bagi seorang guru, yang bersumber dari siswa.
 - 5) Sebagai alat untuk mengetahui perkembangan belajar siswa.
 - 6) Sebagai materi utama laporan hasil belajar kepada para orang tua siswa.
- c. Informasi diperlukan jika bimbingan dan konseling yang efektif diperlukan, informasi yang berkaitan dengan problem pribadi seperti data kemampuan, kualitas pribadi, kemampuan bersosialisasi dan skor hasil belajar.
- d. Instrumen evaluasi hasil belajar digunakan untuk memperoleh informasi deskriptif dan informasi judgemental yang dapat berwujud tes maupun non-tes. Tes dapat berwujud objektif atau uraian. Sedangkan non-tes dapat berbentuk lembar pengamatan atau questioner.
- e. Langkah-langkah dalam melaksanakan kegiatan evaluasi pendidikan secara umum secara berurutan, yaitu:

- 1) Perencanaan
- 2) Pengumpulan data
- 3) Verifikasi data
- 4) Pengolahan data
- 5) Penafsiran data

2. Pilihan Ganda

- a. B
- b. A
- c. C
- d. B
- e. D

III. KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

A. Tujuan Pembelajaran

Modul ini disusun berdasarkan kompetensi profesional. Kedua kompetensi tersebut dirangkum ke dalam kompetensi inti, kompetensi guru dan indikator pencapaian kompetensi. Oleh karena itu penulisan pembelajaran 2 ini bertujuan untuk:

1. Memberikan pengetahuan tentang jenis-jenis fosil berdasarkan ukurannya.
2. Memberikan pengetahuan kepada guru tentang tipe-tipe fosil
3. Melakukan peklasifikasian tentang makro fosil dan mikro fosil.
4. Memberikan pengetahuan pengertian dan klisifikasi nanofosil.

B. Uraian Materi Pembelajaran

1. Jenis Fosil

Berdasarkan ukurannya, jenis fosil dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu sebagai berikut (Sudarmo, 2010):

a. Makrofosil

Makrofosil yaitu fosil yang berukuran cukup besar sehingga dapat dipelajari tanpa menggunakan alat bantu optik. Cabang paleontologi yang khusus hanya mempelajari makrofosil disebut dengan makropaleontologi. Foraminifera besar yaitu foraminifera yang berukuran diameter lebih dari 2 mm dan volume cangkang lebih dari 3 mm³, jumlah kamar yang relatif banyak serta memiliki struktur cangkang bagian dalam yang kompleks. Untuk melihat contoh makrofosil dapat dilihat pada **Gambar 1**.

b. Mikrofosil

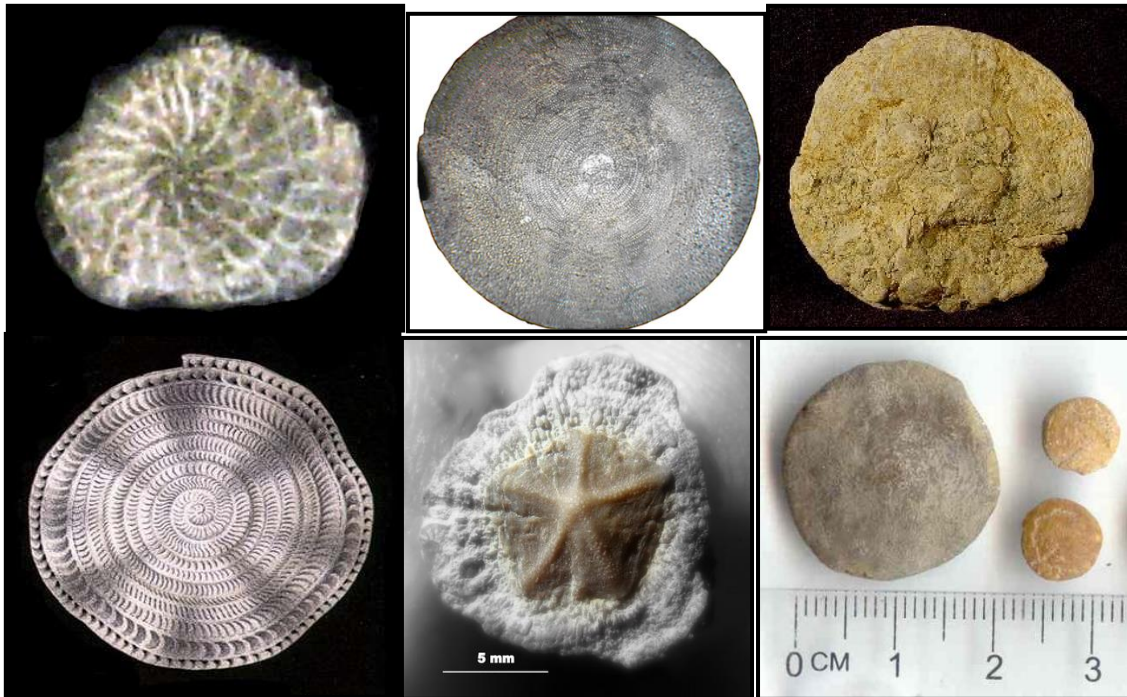
Mikrofosil adalah fosil yang berukuran kecil dan untuk mempelajarinya diperlukan alat bantu optik seperti mikroskop. Mikropalenteologi adalah cabang ilmu palenteologi yang khusus membahas semua sisa-sisa organisme yang biasa disebut mikro fosil. Mikropalenteologi membahas tentang mikrofosil, klasifikasi, morfologi, ekologi dan mengenai kepentingannya terhadap stratigrafi.

Sedangkan pengertian Mikrofosil menurut Jones (1936), Mikrofosil adalah fosil yang berukuran kecil, dimana untuk mempelajari sifat-sifat dan strukturnya dilakukan di bawah mikroskop. Umumnya fosil mikro berada di dalam fosil yang ukurannya lebih dari 5 mm, namun ada yang berukuran sampai 19 mm seperti *genus fusulina* yang memiliki cangkang- cangkang yang dimiliki organisme, embrio dari fosil-fosil makro serta bagian-bagian tubuh dari

fosil makro yang mengamainya menggunakan mikroskop serta sayatan tipis dari fosil-fosil. Untuk melihat contoh makrofosil dapat dilihat pada **Gambar 2**.

c. Nanofosil

Nanofosil adalah fosil yang berukuran sangat kecil sehingga tidak dapat dipelajari dengan menggunakan mikroskop biasa (dengan pembesaran hingga 1000 kali). Cabang paleontologi yang khusus mempelajari nanofosil disebut dengan mikropaleontologi.



Gambar 1. Contoh Makrofosil



Gambar 2. Contoh Mikrofosil

2. Tipe Fosil

Menurut ahli paleontologi ada beberapa tipe fosil tetapi secara umum ada dua macam tipe fosil yang perlu diketahui, yaitu fosil yang merupakan bagian dari organisme itu sendiri dan fosil yang merupakan sisa-sisa aktifitasnya (Sudarmo, 2010).

a. Tipe Fosil Yang Berasal dari Organismenya Sendiri

Tipe pertama ini adalah binatangnya itu sendiri yang terawetkan/tersimpan, dapat berupa tulangnya, daun-nya, cangkangnya, dan hampir semua yang tersimpan ini adalah bagian dari tubuhnya yang “keras”. Dapat juga berupa binatangnya yang secara lengkap (utuh) tersipan. misalnya fosil Mammoth yang terawetkan karena es, ataupun serangga yang terjebak dalam amber (getah tumbuhan). **Gambar 1-4** memperlihatkan contoh tipe fosil yang berasal dari organismenya sendiri.

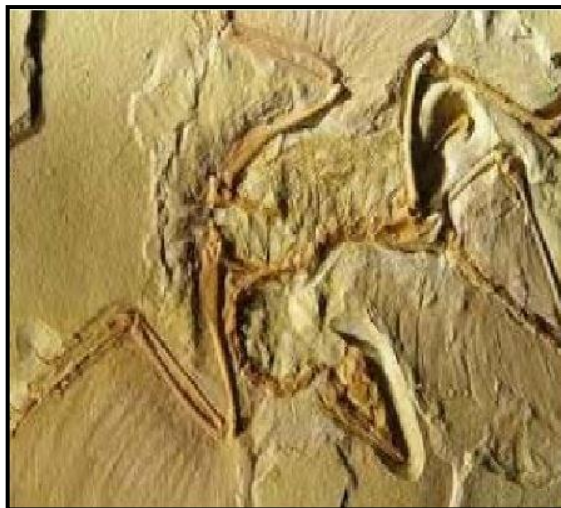
b. Tipe Fosil yang Merupakan Sisa-Sisa Aktifitasnya

Fosil jenis ini sering juga disebut sebagai *trace fosil* (fosil jejak), karena yang terlihat hanyalah sisasisa aktifitasnya. Jadi ada kemungkinan fosil itu bukan bagian dari tubuh binatang atau tumbuhan itu sendiri. **Gambar 5-8** diperlihatkan bagaimana fosil jejak terbentuk sebagai hasil dari aktivitasnya.

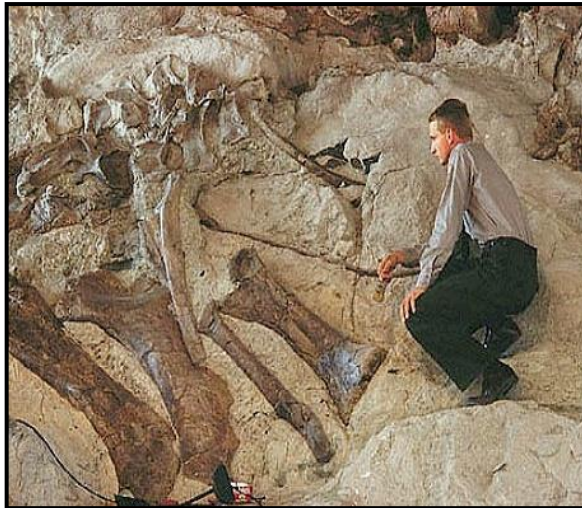
Adapun jenis fosil jejak antara lain “coprolite” (fosil bekas kotoran binatang) dan “trail and tracks” (fosil bekas jejak langkah binatang). Penyimpanan atau pengawetan fosil cangkang dapat berbentuk cetakan, berupa cetakan bagian dalam (*internal mould*) dicirikan bentuk permukaan yang halus, atau *external mould* dengan ciri permukaan yang kasar. Keduanya bukan binatangnya yang tersimpan, tetapi hanyalah cetakan dari binatang atau organisme itu.



Gambar 3. Fosil Dari Hasil Organismenya Sendiri



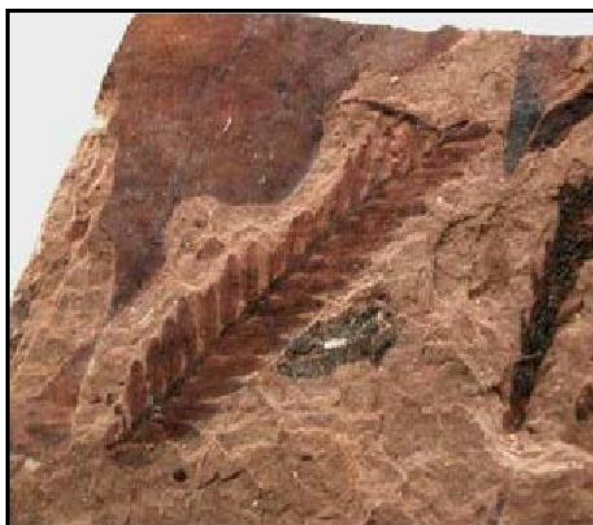
Gambar 4. Fosil Dari Hasil Organismenya Sendiri



Gambar 5. Fossil Tulang Dinosaurus



Gambar 6. Fossil Giganotosaurus Carolinii



Gambar 7. Fossil Hasil Cetakan Bagian Dalam



Gambar 8. Fosil Hasil Cetakan Bagian Luar



Gambar 9. Fosil Hasil Cetakan Bagian Dalam dan Luar



Gambar 10. Fosil Hasil Cetakan Bagian Dalam

3. Rangkuman

- a. Jenis fosil berdasarkan ukurannya, terdiri dari makrofosil (fosil yang berukuran cukup besar), mikrofosil (fosil yang berukuran kecil) dan nanofosil (fosil yang berukuran sangat kecil).
- b. Tipe fosil secara umum, terdiri dari tipe fosil yang berasal dari organismenya sendiri (terawetkan sendiri) dan tipe fosil yang merupakan sisa-sisa aktifitasnya (fosil jejak).

C. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai kompetensi profesional ini adalah:

1. Mengamati

Peserta didik diharapkan mengamati pengajar (guru) pada saat proses belajar mengajar untuk materi mengenai jenis dan tipe fosil.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang landasan teori mengenai jenis dan tipe fosil.

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang berhubungan dengan materi jenis dan tipe fosil dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan materi tersebut.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data yang berhubungan dengan materi jenis dan tipe fosil dan mengkaitkan fungsinya ke dalam ilmu geologi, untuk selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks, sehingga tidak ada materi pembelajaran yang terlewatkan.

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang jenis-jenis fosil berdasarkan ukurannya dan tipe fosil secara umum dalam proses belajar mengajar secara lisan oleh pengajar ke peserta didik.

D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk mendapatkan umpan balik setelah mempelajari modul pembelajaran 2 ini, guru-guru diminta untuk mengisi rubrik umpan balik ini dan memberikan masukan yang konstruktif yang disediakan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Rubrik Umpan Balik Isi Modul

No	Pokok Bahasan	Pertanyaan Umpan Balik	Jawaban Guru dan Tindak Lanjut
1	Jenis Fosil	Bisakah saudara membedakan jenis fosil berdasarkan ukurannya dengan melihat gambar/contoh fosil? (C2)	
2	Tipe Fosil	Bisakah saudara membedakan tipe fosil secara umum dengan melihat gambar/contoh fosil? (C2)	

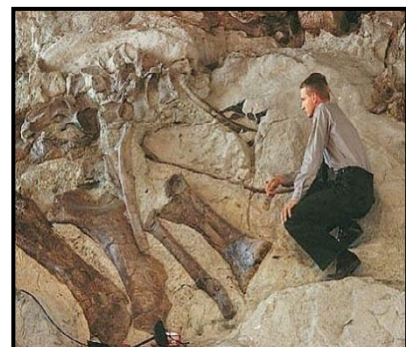
E. Latihan/Soal/Tugas

1. Soal Essey

- Jelaskan pembagian jenis fosil berdasarkan ukurannya?
- Jelaskan pembagian tipe fosil secara umum?

2. Soal Pilihan Ganda

- Bagaimana cara mengamati keberadaan fosil mikro di dalam fosil makro?
 - Dengan cara memecahkan fosil makro
 - Dengan cara membelah fosil makro
 - Dengan bantuan mikroskop saja
 - Dengan bantuan mikroskop dan membuat sayatan tipis
- Berikut ini manakah yang termaksud contoh tipe fosil yang berasal dari organismenya sendiri?
 - Fosil bekas kotoran binatang
 - Fosil Mammoth yang terawetkan karena es
 - Fosil bekas jejak langkah binatang
 - Fosil bekas makanan binatang
- Fosil apakah pada gambar disamping?
 - Fosil Tulang Dinosaur
 - Fosil Mammoth
 - Fosil Giganotosaurus Carolinii
 - Fosil Tulang Gajah



F. Kunci Jawaban

1. Essey

a. Pembagian jenis fosil berdasarkan ukurannya:

- 1) Makrofosil adalah fosil yang berukuran cukup besar sehingga dapat dipelajari tanpa menggunakan alat bantu optik. berukuran diameter lebih dari 2 mm dan volume cangkang lebih dari 3 mm³, jumlah kamar yang relatif banyak serta memiliki struktur cangkang bagian dalam yang kompleks.
- 2) Mikrofosil adalah fosil yang berukuran kecil dan untuk mempelajarinya diperlukan alat bantu optik seperti mikroskop. Umumnya fosil ukurannya lebih dari 5 mm namun ada yang berukuran sampai 19 mm.
- 3) Nanofosil adalah fosil yang berukuran sangat kecil sehingga tidak dapat dipelajari dengan menggunakan mikroskop biasa (dengan pembesaran hingga 1000 kali).

b. Pembagian tipe fosil secara umum:

- 1) Tipe Fosil Yang Berasal dari Organismenya Sendiri

Tipe pertama ini adalah binatangnya itu sendiri yang terawetkan/tersimpan, dapat berupa tulangnya, daunnya, cangkangnya, dan hampir semua yang tersimpan ini adalah bagian dari tubuhnya yang "keras".

- 2) Tipe Fosil yang Merupakan Sisa-Sisa Aktifitasnya

Fosil jenis ini sering juga disebut sebagai *trace fossil* (fosil jejak), karena yang terlihat hanyalah sisa-sisa aktifitasnya. Jadi ada kemungkinan fosil itu bukan bagian dari tubuh binatang atau tumbuhan itu sendiri.

2. Pilihan Ganda

- a. D
- b. B
- c. A

IV. KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

A. Tujuan Pembelajaran

Modul ini disusun berdasarkan kompetensi profesional. Kompetensi tersebut dirangkum kedalam kompetensi inti, kompetensi guru dan indikator pencapaian kompetensi. Oleh karena itu penulisan pembelajaran 3 ini bertujuan untuk:

1. Memberikan pengetahuan tentang definisi dan pengertian geologi.
2. Memberikan pengetahuan kepada guru tentang sejarah perkembangan ilmu geologi.
3. Memberikan pengetahuan tentang skala geologi.
4. Memberikan pengetahuan tentang proses pembentukan bumi dan umur bumi serta konsep-konsep dan hukum-hukum dalam geologi

B. Uraian Materi Pembelajaran

1. Definisi dan Pengertian Geologi

Geologi adalah suatu bidang Ilmu Pengetahuan Kebumihan yang mempelajari segala sesuatu mengenai planet Bumi beserta isinya yang pernah ada. Merupakan kelompok ilmu yang membahas tentang sifat-sifat dan bahan-bahan yang membentuk bumi, struktur, proses-proses yang bekerja baik di dalam maupun di atas permukaan bumi, kedudukannya di Alam Semesta serta sejarah perkembangannya sejak bumi ini lahir di alam semesta hingga sekarang. Geologi dapat digolongkan sebagai suatu ilmu pengetahuan yang kompleks, mempunyai pembahasan materi yang beraneka ragam namun juga merupakan suatu bidang ilmu pengetahuan yang menarik untuk dipelajari. Ilmu ini mempelajari dari benda-benda sekecil atom hingga ukuran benua, samudra, cekungan dan rangkaian pegunungan.

Hampir semua kebutuhan kita sehari-hari diperoleh dari bumi mulai dari perhiasan, perlengkapan rumah tangga, alat transportasi hingga ke bahan energinya, seperti minyak dan gas bumi serta batubara. Dan hampir setiap bentuk kegiatan manusia akan berhubungan dengan bumi, baik itu berupa pembangunan teknik sipil seperti bendungan, jembatan, gedung-gedung bertingkat yang dibangun di atas permukaan bumi, maupun untuk memenuhi kebutuhannya seperti bahan-bahan tambang maupun energi seperti migas dan batubara, yang harus digali dan diambil dari dalam bumi. Kaitannya yang sangat erat dengan bidang-bidang kerakyasan tersebut seperti Teknik Sipil, Pertambangan, Pengembangan Wilayah dan Tata Kota serta Lingkungan, menyebabkan ilmu ini semakin banyak dipelajari, tidak saja oleh mereka yang akan memperdalam bidang geologi sebagai

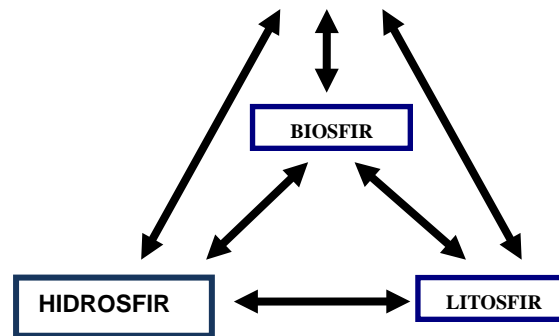
profesinya, tetapi juga bagi lainnya yang bidang profesinya mempunyai kaitan yang erat dengan bumi.

Seorang ahli geologi mempunyai tugas disamping melakukan penelitian-penelitian untuk mengungkapkan misteri yang masih menyelimuti proses-proses yang berhubungan dengan bahan-bahan yang membentuk bumi, gerak-gerak dan perubahan yang terjadi seperti gempa-bumi dan meletusnya gunungapi, juga mencari dan mencoba menemukan bahan-bahan yang kita butuhkan yang diambil dari dalam bumi seperti bahan tambang dan minyak dan gas bumi. Dengan semakin berkembangnya penghuni bumi, dimana sebelumnya pemilihan wilayah pemukiman bukan merupakan masalah, sekarang ini pengembangan wilayah harus memperhatikan dukungan terhadap lingkungan yang ditentukan oleh faktor-faktor geologi agar pembangunannya tidak merusak keseimbangan alam. Karena itu tugas seorang ahli geologi disamping apa yang diuraikan diatas, juga mempelajari sifat-sifat bencana alam, seperti banjir, longsor, gempa-bumi dll; meramalkan dan bagaimana cara menghindarinya.

Karena luasnya bidang-bidang yang dicakup, maka Geologi lazimnya dibagi menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu Geologi Fisik dan Geologi Dinamis. Geologi Fisik atau *Physical Geology*, adalah suatu studi yang mengkhususkan mempelajari sifat-sifat fisik dari bumi, seperti susunan dan komposisi dari pada bahan-bahan yang membentuk bumi, selaput udara yang mengitari bumi, khususnya bagian yang melekat dan berinteraksi dengan bumi, kemudian selaput air atau hidrosfir, serta proses-proses yang bekerja diatas permukaan bumi yang dipicu oleh energi Matahari dan tarikan gayaberat bumi. Proses-proses yang dimaksud itu, dapat dijabarkan sebagai pelapukan, pengikisan, pemindahan dan pengendapan.

Dalam skema dibawah ini diperlihatkan hubungan yang saling berinteraksi dan saling mempengaruhi antara Litosfir yang merupakan bagian paling luar dari Bumi yang bersifat padat, dengan Atmosfir (udara) dan Hidrosfir (selaput air), yang kemudian menciptakan Biosfir yang merupakan bagian dari Bumi dimana terdapat interaksi antara ketiganya dan kehidupan di Bumi. Interaksi ini menyebabkan sifat bumi yang dinamis. Kedalam Biosfir itu termasuk semua jenis kehidupan yang ada di Bumi. Dan semuanya itu terkumpul dalam lapisan atau zona yang dimulai dari dasar samudra keatas dan menembus hingga beberapa kilometer kedalam Atmosfir. Kemudian tepat dibawah Atmosfir dan samudra terdapat bagian yang keras dari bumi yang disebut Litosfir.

ATMOSFIR



Gambar 11. Interaksi antara Litosfir, Hidrosfir, Biosfir dan Atmosfir

Disisi lain, Geologi Dinamis adalah bagian dari Ilmu Geologi yang mempelajari dan membahas tentang sifat-sifat dinamika bumi. Sisi ini berhubungan dengan perubahan-perubahan pada bagian bumi yang diakibatkan oleh gaya-gaya yang dipicu oleh energi yang bersumber dari dalam bumi, seperti kegiatan magma yang menghasilkan vulkanisma, gerak-gerak litosfir akibat adanya arus konveksi, gempabumi dan gerak-gerak pembentukan cekungan pengendapan dan pegunungan. Dalam perioda abad ke 20, bagian dari ilmu geologi ini dapat dikatakan sedang berada dalam puncak perkembangannya yang semakin mempesona bagi para pakar ilmu kebumihan, yaitu dengan dicetuskannya Konsep Tektonik Global Yang Baru (The New Global Tectonic) dengan Teori Tektonik Lempengnya. Teori ini telah menimbulkan suatu revolusi dalam pemikiran-pemikirannya dan telah banyak mempengaruhi cabang-cabang lainnya dari ilmu geologi seperti petrologi, stratigrafi, geologi struktur, tektonik serta implikasinya terhadap pembentukan cebakan mineral, minyak bumi dan sebagainya.

2. Sejarah Perkembangan Ilmu Geologi

Pada awalnya, orang tertarik untuk mempelajari geologi hanya karena didorong oleh rasa keingintahuan terhadap apa yang dilihat dan dirasakan disekitarnya. Hal ini dapat dilihat dari kenyataan dengan tersiratnya konsep-konsep terjadinya bumi di hampir semua budaya kuno dan dalam ajaran-ajaran agamanya. Proses-proses alam yang menakjubkan, seperti meletusnya gunung-api yang mengeluarkan bahan-bahan pijar dari dalam perut bumi, guncangan bumi yang menghancurkan segala yang ada dimuka bumi dsb, telah mendorong orang-orang untuk mencari jawabannya.

Ilmu Geologi itu sendiri sebenarnya dapat dikatakan baru dimulai pada sekitar tahun 500 hingga 300 tahun sebelum Masehi, yang didasarkan kepada fakta-fakta yang disusul dengan pemikiran-pemikiran dan pernyataan-pernyataan

yang diajukan oleh pakar-pakar filsafat Yunani dan geologi sejak itu berkembang menjadi Ilmu Pengetahuan tentang Bumi. Dengan semakin majunya peradaban dimana banyak benda-benda kebutuhan manusia dibuat yang memerlukan bahan-bahan tambang seperti besi, tembaga, emas dan perak, kemudian juga batubara dan minyak bumi sebagai sumber energi, dan karena mereka ini harus diambil dari dalam bumi, maka Ilmu Geologi kemudian berkembang sebagai ilmu terapan, yang dalam hal ini berfungsi sebagai penuntun penting didalam eksplorasi. Disamping itu geologi di jaman modern juga ternyata berkembang sebagai ilmu terapan didalam pembangunan teknik sipil dan pengembangan wilayah. Perencanaan dan pelaksanaan pembangunan terhadap bangunan-bangunan teknik sipil seperti waduk, bendung, terowongan, jembatan, jalan dan sebagainya, memerlukan data geologi, karena mereka ini harus dibangun diatas permukaan bumi.

Dengan semakin meningkatnya penghunian bumi yang diikuti dengan penyediaan sarannya, maka lokasi hunian yang semula terletak didaerah-daerah yang mudah dijangkau dan sederhana tatanan geologinya, sekarang sudah meluas kewilayah-wilayah yang rumit dan memerlukan pengetahuan geologi yang lebih lengkap dan teliti didalam pembangunannya. Air yang merupakan salah satu unsur daripada bumi, menjadi kebutuhan kehidupan yang sangat vital baik untuk rumah tangga, pertanian maupun sebagai energi pembangkit listrik yang harus disediakan. Akhirakhir ini masalah bencana akibat lingkungan mulai semakin mencuat ke permukaan, baik yang disebabkan oleh proses alam itu sendiri maupun yang disebabkan karena ulah manusia didalam membangun sarana dan memenuhi kebutuhan hidupnya, seperti penggalian-penggalian bahan tambang dan bangunan, pengambilan air tanah, sumberdaya energi seperti batubara dan minyakbumi dan sebagainya yang dilakukan tanpa dilandasi oleh perhitungan keadaan geologi setempat. Pengetahuan geologi dalam hal ini menjadi penting didalam upaya untuk mencegah dan menanggulangi terjadinya bencana lingkungan.

Karena luasnya cakupan ilmu geologi, maka dalam buku ini akan dibahas tentang pengetahuan dasar ilmu geologi, termasuk didalamnya adalah uraian tentang pengertian ilmu geologi, arti waktu dalam geologi serta konsep-konsep dan hukum-hukum dalam ilmu geologi. Disamping itu dalam buku ini dibahas juga tentang sejarah ilmu geologi dan kedudukannya didalam Alam Semesta dan Tata Surya, bahan-bahan yang membentuk bumi serta proses-proses yang bekerja diatas permukaan yang bertanggungjawab terhadap perubahan-perubahan pada rupa (wajah) permukaan Bumi, pengenalan mengenai mineral dan batuan sebagai bagian yang menyusun kerak bumi, pengetahuan tentang pengindraan jauh dalam

ilmu geologi, geologi struktur, stratigrafi, paleontologi, sejarah geologi, paleogeografi bumi, dan peta geologi.

3. Arti Waktu Dalam Geologi

Sebagai landasan prinsip untuk dapat mempelajari ilmu geologi adalah bahwasanya kita harus menganggap bumi ini sebagai suatu benda yang secara dinamis berubah sepanjang masa, setiap saat dan setiap detik. Dalam gambaran seperti itu maka salah satu segi yang khas dalam geologi dibandingkan dengan ilmu-ilmu lainnya adalah yang menyangkut masalah “waktu”. Salah satu pertanyaan yang timbul yang berhubungan dengan masalah waktu itu, adalah: Apakah kejadian-kejadian seperti proses-proses alam yang dapat kita amati sekarang ini, seperti mengalirnya air di permukaan, gelombang yang memecah di pantai, sungai yang mengalir sambil mengikis dan mengendapkan bebannya dll, juga berlangsung dimasa-masa lampau selama bumi ini berkembang? Pertanyaan tersebut kemudian dijawab oleh James Hutton, seorang ilmuwan alam, yang oleh banyak ilmuwan-ilmuwan dianggap sebagai bapak dari ilmu geologi modern, yang pada tahun 1785 untuk pertama kalinya mengeluarkan suatu pernyataan yang sekarang ini dikenal sebagai “doctrine of uniformitarianism”.

Pencetus geologi modern ini yang kemudian dikenal sebagai “Huttonian revolution”, mengemukakan pemikiran-pemikirannya sebagai berikut: 1). Bahwasanya proses-proses alam yang sekarang ini menyebabkan perubahan pada permukaan bumi, juga telah bekerja sepanjang umur dari bumi ini. Dengan perkataan lain, apa yang kita lihat, kita amati yang terjadi di bumi sekarang ini, juga berlangsung dimasa lampau; 2). Ia juga mengamati bahwa proses-proses tersebut yang walaupun bekerja sangat lambat, tetapi pada akhirnya mampu menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan yang sangat besar pada bumi. Ini berarti bahwa untuk itu diperlukan waktu yang sangat lama; yang kemudian disimpulkan bahwa umur bumi ini sangat tua; 3). Bahwa bumi ini sangat dinamis, yang berarti mengalami perubahan-perubahan yang terus menerus mengikuti suatu pola daur (siklus) yang berulang-ulang. Hutton, yang berkebangsaan Skotlandia ini hidup antara tahun 1726 dan 1797. Pada jaman itu tentu saja tidak semua ilmuwan dapat menerima pemikirannya yang begitu maju pada saat itu. Diantaranya adalah sekelompok ilmuwan yang meyakini adanya kejadian-kejadian yang bersifat malapetaka, seperti cerita Nabi Nuh, yang menyebutkan terjadinya peristiwa penenggelaman daratan yang tiba-tiba. Kelompok ini dikenal sebagai penganut katastropisma, yaitu yang mempercayai adanya peristiwa-peristiwa yang tiba-tiba yang berupa malapetaka yang menghancurkan. Artinya kejadian-kejadian di bumi

ini tidak berlangsung secara perlahan dan menerus, tetapi berubah secara tiba-tiba melalui penghancuran yang berlangsung sangat cepat.

Pola pemikiran ini didasarkan kepada kejadian-kejadian seperti meletusnya gunungapi yang merupakan malapetaka yang berlangsung dalam sekejap dan tiba-tiba; kemudian gempa bumi, tanah longsor dsb. Dalam gambaran pikiran mereka, bentuk-bentuk bentang alam seperti gunung-gunung yang menjulang tinggi, dianggapnya sebagai hasil dari suatu peristiwa yang bersifat mendadak dan berlangsung relatif cepat. Hutton menganggap bahwa kejadian-kejadian itu hanya sebagai bagian kecil saja dari proses uniformitarianism. Penerapan yang nyata dari doktrin ini umpamanya adalah: sisa-sisa atau jejak-jejak binatang seperti koral, cangkang kerang dan lainnya yang kita jumpai sekarang didalam batuan dipegunungan-pegunungan yang tinggi (atau didaratan), dapat ditafsirkan sebagai bukti bahwasanya daerah tersebut pernah mengalami suatu genang laut, atau merupakan dasar lautan, mengingat binatang-binatang yang terdapat dalam batuan itu serupa dengan yang kini dijumpai sebagai penghuni lautan. Jadi disinilah arti dari "the present is the key to the past". Gelombang yang memecah dipantai serta air yang mengalir di sungai di permukaan bumi, kemudian mengendapkan bahan-bahannya di muara seperti bongkah, kerikil, pasir dan lempung, kemudian lava leleh-pijar yang keluar dan mengalir dari kepundan gunungapi dan kemudian mendingin serta membeku membentuk batuan, merupakan jejak-jejak dan bukti-bukti untuk mengungkapkan bagaimana proses-proses itu bekerja. Rekaman-rekaman kejadian seperti itu kadang-kadang dapat dilihat dengan begitu jelas sehingga kita akan mampu membaca dan kemudian menafsirkannya bagaimana proses itu berlangsung meskipun kejadiannya telah berlalu beberapa juta tahun yang silam.

Dengan melihat kepada sifat-sifat yang terdapat didalam batuan itu, bahkan kita akan mampu membedakan mana batupasir yang diendapkan oleh air dan mana yang diendapkan oleh angin; mana endapan gletser dan mana endapan sungai atau laut, karena kita dapat membandingkannya dengan kejadian-kejadian yang sama yang sekarang sedang berjalan. Apakah semua peristiwa yang pernah berlangsung di bumi ini dapat secara sukses dijelaskan dengan doktrin tersebut? Jawabannya adalah tidak, karena beberapa kejadian, seperti pembentukan bumi ini sendiri, pembentukan atmosfer dan bagian paling luar dari bumi, litosfir, ternyata hanya berlangsung satu kali saja dalam sejarah.

Prinsip uniformitarianisma, mungkin hanya berlaku terhadap kejadian-kejadian yang berlangsung 2/3 dari sejarah perkembangan bumi yang terakhir. Masalah lainnya yang dihadapi dalam menerapkan prinsip-prinsip tersebut

untuk menafsirkan kejadian-kejadian dimasa lampau, adalah banyaknya bukti-bukti yang tidak lengkap yang telah terhapus oleh pengikisan-pengikisan, atau tertutup oleh endapan-endapan yang terjadi kemudian. Meskipun demikian, dengan tetap berpegang pada prinsip tersebut diatas, para ilmuwan kebumihan masih tetap mampu untuk menafsirkan proses-proses yang pernah berlangsung serta mampu menemukan minyak bumi yang proses pembentukannya telah berlangsung beberapa juta tahun yang silam, bahkan meramalkan gejala-gejala alam yang mungkin terjadi, sehingga dengan demikian dapat dicegah terjadinya kerusakan-kerusakan yang lebih hebat sebagai akibat dari gerak-tanah, gempa bumi, letusan gunung-berapi dan sebagainya. Kesemuanya ini menyebabkan ilmu geologi semakin menarik untuk dipelajari dan dalam beberapa kasus bahkan menjadikannya sebagai sesuatu keharusan untuk diketahui.

4. Skala Waktu Geologi

Pada dasarnya bumi secara konstan berubah dan tidak ada satupun yang terdapat diatas permukaan bumi yang benar-benar bersifat permanen. Bebatuan yang berada diatas bukit mungkin dahulunya berasal dari bawah laut. Oleh karena itu untuk mempelajari bumi maka dimensi “waktu” menjadi sangat penting, dengan demikian mempelajari sejarah bumi juga menjadi hal yang sangat penting pula. Ketika kita berbicara tentang catatan sejarah manusia, maka biasanya ukuran waktunya dihitung dalam tahun, atau abad atau bahkan puluhan abad, akan tetapi apabila kita berbicara tentang sejarah bumi, maka ukuran waktu dihitung dalam jutaan tahun atau milyaran tahun. Waktu merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia sehari-hari. Catatan waktu biasanya disimpan dalam suatu penanggalan (kalender) yang pengukurannya didasarkan atas peredaran bumi di alam semesta. Sekali bumi berputar pada sumbunya (satu kali rotasi) dikenal dengan satu hari, dan setiap sekali bumi mengelilingi Matahari dikenal dengan satu tahun. Sama halnya dengan perhitungan waktu dalam kehidupan manusia, maka dalam mempelajari sejarah bumi juga dipakai suatu jenis penanggalan, yang dikenal dengan nama “Skala Waktu Geologi”.

Skala Waktu Geologi berbeda dengan penanggalan yang kita kenal sehari-hari. Skala waktu geologi dapat diumpamakan sebagai sebuah buku yang tersusun dari halaman-halaman, dimana setiap halaman dari buku tersebut diwakili oleh batuan. Beberapa halaman dari buku tersebut kadang kala hilang dan halaman buku tersebut tidak diberi nomor, namun demikian kita masih dapat membaca buku tersebut karena ilmu geologi menyediakan alat kepada kita untuk membantu membaca buku tersebut. Terdapat 2 skala waktu yang dipakai untuk mengukur dan

menentukan umur Bumi. Pertama, adalah Skala Waktu Relatif, yaitu skala waktu yang ditentukan berdasarkan atas urutan perlapisan batuan-batuan serta evolusi kehidupan organisme dimasa yang lalu; Kedua adalah Skala Waktu Absolut (Radiometrik), yaitu suatu skala waktu geologi yang ditentukan berdasarkan pelarikan radioaktif dari unsur-unsur kimia yang terkandung dalam bebatuan. Skala relatif terbentuk atas dasar peristiwa-peristiwa yang terjadi dalam perkembangan ilmu geologi itu sendiri, sedangkan skala radiometri (absolut) berkembang belakangan dan berasal dari ilmu pengetahuan fisika yang diterapkan untuk menjawab permasalahan-permasalahan yang timbul dalam bidang geologi.

a. Skala Waktu Relatif

Sudah sejak lama sebelum para ahli geologi dapat menentukan umur bebatuan berdasarkan angka seperti saat ini, mereka mengembangkan skala waktu geologi secara relatif. Skala waktu relatif dikembangkan pertama kalinya di Eropa sejak abad ke 18 hingga abad ke 19. Berdasarkan skala waktu relatif, sejarah bumi dikelompokkan menjadi Eon (Masa) yang terbagi menjadi Era (Kurun), Era dibagi-bagi kedalam Period (Zaman), dan Zaman dibagi-bagi menjadi Epoch (Kala). Namanama seperti Paleozoikum atau Kenozoikum tidak hanya sekedar kata yang tidak memiliki arti, akan tetapi bagi para ahli geologi, kata tersebut mempunyai arti tertentu dan dipakai sebagai kunci dalam membaca skala waktu geologi. Sebagai contoh, kata Zoikum merujuk pada kehidupan binatang dan kata “Paleo” yang berarti purba, maka arti kata Paleozoikum adalah merujuk pada kehidupan binatang-binatang purba, “Meso” yang mempunyai arti tengah/pertengahan, dan “Keno” yang berarti sekarang. Sehingga urutan relatif dari ketiga kurun tersebut adalah sebagai berikut: Paleozoikum, kemudian Mesozoikum, dan kemudian disusul dengan Kenozoikum. Sebagaimana diketahui bahwa fosil adalah sisa-sisa organisme yang masih dapat dikenali, seperti tulang, cangkang, atau daun atau bukti lainnya seperti jejak-jejak (track), lubang-lubang (burrow) atau kesan daripada kehidupan masa lalu diatas bumi. Para ahli kebumian yang khusus mempelajari tentang fosil dikenal sebagai Paleontolog, yaitu seseorang yang mempelajari bentuk-bentuk kehidupan purba.

Fosil dipakai sebagai dasar dari skala waktu geologi. Nama-nama dari semua Eon (Kurun) dan Era (Masa) diakhiri dengan kata zoikum, hal ini karena kisaran waktu tersebut sering kali dikenal atas dasar kehidupan binatangnya. Batuan yang terbentuk selama Masa Proterozoikum kemungkinan mengandung fosil dari organisme yang sederhana, seperti bacteria dan algae.

Batuan yang terbentuk selama Masa Fanerozoikum kemungkinan mengandung fosil fosil dari binatang yang kompleks dan tanaman seperti dinosaurus dan mamalia. Pada **Tabel 6** diperlihatkan kemunculan dan kepunahan dari berbagai jenis binatang dan tumbuhan sepanjang 650 juta tahun yang lalu dalam skala waktu geologi.

Tabel 6. Peristiwa Kemunculan dan Kepunahan Berbagai Jenis Organisme (Fauna dan Flora) pada Skala Waktu Geologi Sepanjang 650 Juta Tahun Lalu Hingga Saat Ini

	Masa	Zaman	Peristiwa
1.8	K E N O Z O I K U M	Kuarter	Evolusi Manusia
65		Tersier	Keanekaragaman Berbagai Jenis Mamalia
150	M E S O Z O I K U M	Kapur	Punahnya Dinosaurius Kemunculan pertama Primata Kemunculan pertama Tumbuhan Berbunga
200		Jura	Kemunculan pertama Burung Keanekaragaman berbagai jenis Dinosaurius
250		Trias	Kemunculan pertama Mamalia Kemunculan pertama Dinosaurius
300	P A L E O Z O I K U M	Perm	Kepunahan berbagai Reptile Keanekaragaman berbagai jenis Reptile
350		Karbon	Kemunculan pertama Reptile Scale Trees Seed Fern
400		Devon	Kemunculan Binatang Amfibi Keanekaragaman berbagai jenis ikan hiu
450		Silur	Kemunculan Tanaman Darat Vascular
500		Ordovisium	Keanekaragaman yang tiba-tiba dari Famili Metazoa
550		Kambrium	Kemunculan pertama Ikan Kemunculan pertama Chordate
650		Prakambrium	Kemunculan pertama Binatang Bercangkang Kemunculan pertama Metazoa Badan Lunak Kemunculan pertama Jejak Binatang

b. Skala Waktu Absolut (Radiometrik)

Sebagaimana telah diuraikan diatas bahwa skala waktu relatif didasarkan atas kehidupan masa lalu (fosil). Bagaimana kita dapat

menempatkan waktu absolut (radiometrik) kedalam skala waktu relatif dan bagaimana pula para ahli geologi dapat mengetahui bahwa:

- 1) Bumi itu telah berumur sekitar 4,6 milyar tahun
- 2) Fosil yang tertua yang diketahui berasal dari batuan yang diendapkan kurang lebih 3,5 milyar tahun lalu.
- 3) Fosil yang memiliki cangkang dengan jumlah yang berlimpah diketahui bahwa pertama kali muncul pada batuan-batuan yang berumur 570 juta tahun yang lalu.
- 4) Umur gunung es yang terakhir terbentuk adalah 10.000 tahun yang lalu.

Para ahli geologi abad ke19 dan para paleontolog percaya bahwa umur Bumi cukup tua, dan mereka menentukannya dengan cara penafsiran. Penentuan umur batuan dalam ribuan, jutaan atau milyaran tahun dapat dimungkinkan setelah diketemukan unsur radioaktif. Saat ini kita dapat menggunakan mineral yang secara alamiah mengandung unsur radioaktif dan dapat dipakai untuk menghitung umur secara absolut dalam ukuran tahun dari suatu batuan.

Tabel 7. Skala Waktu Geologi Relatif

KURUN	MASA	ZAMAN	KALA
-------	------	-------	------

F A N E R O Z O I K U M	Kenozoikum	Kuarter	Holosen Plistosen
		Tersier	Pliosen Miosen Oligosen Eosen Paleosen
	Mesozoikum	Kapur	Akhir Awal
		Jura	Akhir Tengah Awal
		Trias	Akhir Awal
	Paleozoikum	Perm	Akhir Awal
		Karbon Atas	Akhir Tengah Awal
		Karbon Bawah	Akhir Awal
		Devon	Akhir Tengah Awal
		Silur	Akhir Tengah Awal
		Ordovisium	Akhir Tengah Awal
		Kambrium	Akhir Tengah Awal
PROTEROZ OIKUM			
ARKEAN			

Sebagaimana kita ketahui bahwa bagian terkecil dari setiap unsur kimia adalah atom. Suatu atom tersusun dari satu inti atom yang terdiri dari proton dan neutron yang dikelilingi oleh suatu kabut elektron. Isotop dari suatu unsur atom dibedakan dengan lainnya hanya dari jumlah neutron pada inti atomnya. Sebagai contoh, atom radioaktif dari unsur potassium memiliki 19 proton dan 21 neutron pada inti atomnya (potassium 40); atom potassium lainnya memiliki 19 proton dan 20 atau 22 neutron (potassium 39 dan potassium 41). Isotop radioaktif (the parent) dari satu unsur kimia secara alamiah akan berubah menjadi isotop yang stabil (the daughter) dari unsur kimia lainnya melalui pertukaran di dalam inti atomnya.

Perubahan dari “Parent” ke “Daughter” terjadi pada kecepatan yang konstan dan dikenal dengan “Waktu Paruh” (Half-life). Waktu paruh dari suatu isotop radioaktif adalah lamanya waktu yang diperlukan oleh suatu isotop radioaktif berubah menjadi $\frac{1}{2}$ nya dari atom Parent-nya melalui proses peluruhan menjadi atom Daughter. Setiap isotop radioaktif memiliki waktu paruh (half life) tertentu dan bersifat unik. Hasil pengukuran di laboratorium

dengan ketelitian yang sangat tinggi menunjukkan bahwa sisa hasil peluruhan dari sejumlah atom-atom parent dan atom-atom daughter yang dihasilkan dapat dipakai untuk menentukan umur suatu batuan.

Tabel 8. Skala Waktu Geologi Relatif dan Umur Radiometrik

KURUN	MASA	ZAMAN	Juta Tahun Yang Lalu
F A N E R O Z O I K U M	Kenozoikum	Kuarter	1,6
		Tersier	66
	Mesozoikum	Kapur	138
		Jura	205
		Trias	240
	Paleozoikum	Perm	290
		Karbon Atas	330
		Karbon Bawah	360
		Devon	410
		Silur	435
		Ordovisium	500
		Kambrium	570
Protero-zoikum			2500
Arkean			3800

Untuk menentukan umur geologi, ada empat seri peluruhan parent/daughter yang biasa dipakai dalam menentukan umur batuan, yaitu: Carbon/Nitrogen (C/N), Potassium/Argon (K/Ar), Rubidium/Strontium (Rb/Sr), dan Uranium/Lead (U/Pb). Penentuan umur dengan menggunakan isotop radioaktif adalah pengukuran yang memiliki kesalahan yang relatif kecil, namun demikian kesalahan yang kelihatannya kecil tersebut dalam umur geologi memiliki tingkat kisaran kesalahan beberapa tahun hingga jutaan tahun. Jika pengukuran mempunyai tingkat kesalahan 1 persen, sebagai contoh, penentuan umur untuk umur 100 juta tahun kemungkinan mempunyai tingkat kesalahan lebih kurang 1 juta tahun. Teknik isotop dipakai untuk mengukur waktu pembentukan suatu mineral tertentu yang terdapat dalam batuan. Untuk dapat menetapkan umur absolut terhadap skala waktu geologi, suatu batuan yang dapat di-dating secara isotopik dan juga dapat ditetapkan umur relatifnya karena kandungan fosilnya. Banyak contoh, terutama dari berbagai tempat

harus dipelajari terlebih dahulu sebelum ditentukan umur absolutnya terhadap skala waktu geologi.

Tabel dibawah adalah Skala Waktu Geologi yang merupakan hasil spesifikasi dari “International Commission on Stratigraphy” pada tahun 2009. Adapun warna yang tertera dalam tabel Skala Waktu Geologi merupakan hasil spesifikasi dari “Committee for the Geologic Map of the World” tahun 2009.

Tabel 9. Skala Waktu Geologi Menurut International Commission on Stratigraphy (2009)

Eon	Era	Period	Dates (m.y.)
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	3-0
		Neogene	23-3
		Paleogene	66-23
	Mesozoic	Cretaceous	146-66
		Jurassic	200-145
		Triassic	251-200
	Paleozoic	Permian	299-251
		Carboniferous	359-299
		Devonian	416-359
		Silurian	444-416
		Ordovician	488-444
		Cambrian	542-488
Proterozoic	Neoproterozoic	Ediacaran	635-542
		Cryogenian	850-635
		Tonian	1000-850
	Mesoproterozoic	Stenian	1200-1000
		Ectasian	1400-1200
		Calymmian	1600-1400
	Paleoproterozoic	Statherian	1800-1600
		Orosirian	2050-1800
Rhyacian		2300-2050	
Siderian		2500-2300	
Archean	Neoarchean		2800-2500
	Mesoarchean		3200-2800
	Paleoarchean		3600-3200
	Eoarchean		4000-3600

Tabel 10. Skala Waktu Geologi Masa Kenozoikumm Menurut U.S. Geological Survey Geologic Time Scale (2007)

Period	Sub period	Epoch	Age	Dates (m.y.)
Quaternary		Holocene		0.0117-0
		Pleistocene	Late	0.126-0.0117
			Middle	0.781-0.126
			Early	1.806-0.781
Tertiary	Neogene	Pliocene	Gelasian	2.588-1.806
			Piacenzian	3.600-2.588
			Zanclean	5.332-3.600
		Miocene	Messinian	7.246-5.332
			Tortonian	11.608-7.246
			Serravallian	13.82-11.608
			Langhian	15.97-13.82
			Burdigalian	20.43-15.97
			Aquitania	23.03-20.43
	Paleogene	Oligocene	Chattian	28.4-23.03
			Rupelian	33.9-28.4
		Eocene	Priabonian	37.2-33.9
			Bartonian	40.4-37.2
			Lutetian	48.6-40.4
			Ypresian	55.8-48.6
		Paleocene	Thanetian	58.7-55.8
			Selandian	61.1-58.7
			Danian	65.5-61.1

Tabel 11. Skala Waktu Geologi Kala Kenozoikum Menurut International Geologic Time Scale (2009)

Period	Epoch	Age	Dates (m.y.)
Quaternary	Holocene		0.0117-0
	Pleistocene	Late	0.126-0.0117
		Ionian	0.781-0.126
		Calabrian	1.806-0.781
		Gelasian	2.588-1.806
Neogene	Pliocene	Piacenzian	3.600-2.588
		Zanclean	5.332-3.600
	Miocene	Messinian	7.246-5.332
		Tortonian	11.608-7.246
		Serravallian	13.82-11.608
		Langhian	15.97-13.82
		Burdigalian	20.43-15.97
		Aquitania	23.03-20.43
Paleogene	Oligocene	Chattian	28.4-23.03
		Rupelian	33.9-28.4
	Eocene	Priabonian	37.2-33.9
		Bartonian	40.4-37.2
		Lutetian	48.6-40.4
		Ypresian	55.8-48.6
	Paleocene	Thanetian	58.7-55.8
		Selandian	61.1-58.7
		Danian	65.5-61.1

Pada **Tabel 12** dibawah diperlihatkan isotop isotop Parent dan Daughter, Waktu Paruh, Efektif Pelarikan Umur dan Mineral Mineral yang dapat dipakai untuk pelarikan umur.

Tabel 12. Unsur-Unsur Utama Radioaktif yang Dipakai Untuk Pelarikan Umur

Major Radioactive Elements Used in Radiometric Dating				
Isotopes		Half-life of Parent (years)	Effective Dating Range (years)	Minerals and Materials That can be Dated
Parent	Daughter			
Uranium-238	Lead-206	4.4 billion	10 million-4.6 billion	Zircon Apatite
Uranium-235	Lead-207	0.7 billion	10 million-4.6 billion	Zircon Apatite
Potassium-40	Argon-40	1.3 billion	50,000-4.6 billion	Muscovite, Biotite Hornblende
Rubidium-87	Strontium-87	47 billion	10 million-4.6 billion	Muscovite, Biotite Potassium feldspar
Carbon-14	Nitrogen-14	5730	100-70,000	Wood, charcoal, peat Bone and tissue Shells and other calcium carbonates

Rumus matematis untuk penentuan umur geologi dengan menggunakan unsur radioaktif adalah sebagai berikut:

$$t = 1/\lambda \ln (1 + D/p)$$

Dimana :

- t = umur batuan atau contoh mineral
- D = jumlah atom daughter hasil peluruhan saat ini
- P = jumlah atom parent dari parent isotop saat ini
- λ = konstanta peluruhan

(Konstanta peluruhan untuk setiap parent isotop adalah berelasi dengan waktu paruhnya, $t_{1/2}$ dengan persamaan sebagai berikut $t_{1/2} = \ln 2/\lambda$.)

Penanggalan batuan dengan menggunakan waktu radioaktif secara teori sederhana, akan tetapi prosedur di laboratorium sangat rumit. Jumlah isotop parent dan daughter pada setiap sampel di analisa dengan berbagai metoda. Kesulitan yang utama terletak pada pengukuran/perhitungan yang akurat untuk jumlah isotop yang sedikit/kecil. Metoda Kalium/Argon (K/Ar) dapat dipakai untuk batuan-batuan yang berumur relatif muda, yaitu beberapa ribu tahun. Kalium didapat pada banyak mineral-mineral pembentuk batuan, waktu paruh dari isotop radioaktif Kalium-40 adalah seperti yang dapat diukur banyaknya atom Argon (daughter) yang terakumulasi dalam mineral yang mengandung Kalium dari semua umur yang terdekat, serta jumlah isotop

Kalium dan Argon dapat diukur dengan akurat, walaupun dalam jumlah yang sangat kecil. Apabila dimungkinkan, 2 atau lebih metoda analisis digunakan untuk sampel yang sama untuk mengecek hasil penentuan umur batuan. Jam atom yang penting lainnya yang dipakai untuk keperluan penanggalan adalah atas dasar peluruhan radioaktif dari isotop Carbon-14, dengan waktu paruhnya 5730 tahun.

Skala waktu geologi merupakan hasil dari penelitian yang berlangsung cukup lama dan merupakan hasil penentuan umur dengan berbagai macam teknik dating. Ketersediaan alat yang memadai akan memberikan informasi yang lebih rinci dan lebih detil lagi. Banyak para ahli telah berkontribusi terhadap kerincian dari skala waktu geologi yang ada ketika mereka mempelajari fosil dan batuan, serta sifat-sifat kimia dan fisika material yang menyusun bumi. Skala waktu geologi digunakan oleh para ahli geologi dan ilmuwan lain untuk menjelaskan waktu dan hubungan antar peristiwa yang terjadi sepanjang sejarah Bumi.

c. Umur Bumi

Hingga saat ini para ahli ilmu kebumiharian belum mendapatkan cara yang tepat untuk menentukan umur Bumi secara pasti hanya dengan batuan yang ada di Bumi mengingat batuan tertua yang ada di Bumi telah terdaur ulang dan hancur oleh proses tektonik lempeng serta belum pernah ditemukan batuan-batuan yang terjadi saat pembentukan planet Bumi. Meskipun demikian para ahli sudah mampu menentukan kemungkinan umur dari Sistem Tata Surya dan menghitung umur Bumi dengan mengasumsikan bahwa Bumi dan benda-benda padat yang ada di dalam Sistem Tata Surya terbentuk pada saat yang bersamaan dan sudah pasti memiliki umur yang sama pula. Umur dari batuan-batuan yang ada di Bumi dan di Bulan serta Meteorit dapat dihitung dengan memanfaatkan unsur-unsur isotop radioaktif yang terjadi secara alamiah di dalam batuan dan mineral, terutama yang mempunyai kisaran waktu paruh diatas 700 juta tahun atau lebih dari 100 milyar tahun untuk menjadi unsur-unsur isotop yang stabil. Teknik pelarikan ini dikenal dengan “penanggalan radioaktif” yang dipakai untuk menghitung umur batuan saat batuan tersebut terbentuk.

Batuan tertua yang berumur 3.5 milyar tahun dijumpai tersebar hampir di semua benua yang ada di Bumi. Batuan tertua tersebut antara lain dijumpai di Acasta Gneisses di bagian Baratlaut Canada dekat Great Slave Lake berumur 4.03 milyar tahun dan di Greenland bagian barat pada batuan Isua

Supracrustal, berumur 3.4-3.5 milyar tahun. Hasil kajian dari penentuan umur batuan yang mendekati batuan tertua juga dijumpai di Minnesota River Valley dan Michigan bagian utara, berumur 3.5-3.7 milyar tahun, di Swaziland, berumur 3.4-3.5 milyar tahun dan di Australia Barat berumur 3.4-3.6 milyar tahun. Batuan batuan tersebut diatas telah diuji beberapa kali melalui metoda penanggalan radiometrik dan ternyata hasilnya tetap/konsisten. Hal ini memberi kepercayaan kepada para ahli bahwa penentuan umur yang dilakukan diyakini kebenarannya. Hal yang sangat menarik dari penentuan umur pada batuan batuan tertua diatas adalah bahwa batuanbatuan tersebut tidak berasal dari batuan kerak bumi akan tetapi berasal dari aliran lava dan batuan sedimen yang diendapkan di lingkungan air dangkal, dan dari genesa batuan-batuan tersebut mengindikasikan bahwa sejarah bumi sudah berjalan sebelum batuan tersebut terbentuk atau diendapkan.

Di Australia Barat, berdasarkan penanggalan radioaktif terhadap satu kristal zircon yang dijumpai dalam batuan sedimen yang umurnya lebih muda telah menghasilkan umur 4.3 milyar tahun yang menjadikan kristal ini sebagai material yang paling tua yang pernah ditemukan dimuka bumi. Batuan induk dari kristal zircon ini hingga saat ini belum ditemukan. Berdasarkan hasil penentuan umur dari batuan-batuan tertua dan kristal tertua menunjukkan bahwa Bumi paling tidak berumur 4.3 milyar tahun, namun demikian penentuan umur terhadap batuan-batuan yang ada di Bumi belum dapat untuk memastikan umur dari Bumi. Penentuan umur Bumi yang paling baik adalah yang didasarkan atas ratio unsur Pb dalam Troilite pada batuan Iron Meteorit yang diambil dari Canyon Diablo Meteorite menunjukkan umur 4.54 milyar tahun. Sebagai tambahan, baru-baru ini telah dilaporkan bahwa hasil penanggalan radioaktif U-Pb terhadap butiran-butiran mineral zircon yang berasal dari batuan sedimen yang ada di Australia Barat bagian tengah diperoleh umur 4.4 milyar tahun.

Hasil penanggalan radiometrik batuan-batuan yang berasal dari bulan diperoleh umur 4.4 dan 4.5 milyar tahun dan umur ini merupakan umur minimal dari pembentukan planet yang terdekat dengan Bumi. Ribuan fragmen meteorit yang jatuh ke Bumi juga telah dikumpulkan dan menjadi batuan yang terbaik untuk penentuan umur dari pembentukan Sistem Tata Surya. Lebih dari 70 meteorit dari berbagai jenis telah ditentukan umurnya berdasarkan penanggalan radiometrik dan hasilnya menunjukkan bahwa meteorit dan sistem tatasurya terbentuk 4.53 dan 4.58 milyar tahun yang lalu. Penentuan umur bumi tidak saja datang dari penanggalan batuan saja akan tetapi juga

mempertimbangkan bahwa bumi dan meteorit sebagai bagian dari satu sistem yang sama dimana komposisi isotop timah hitam (Pb), terutama Pb^{207} ke Pb^{206} berubah sepanjang waktu sebagai hasil dari peluruhan Uranium-235 (U^{235}) dan Uranium-238 (U^{238}).

Para ahli kebumiharian sudah memakai pendekatan ini dalam menentukan waktu yang dibutuhkan oleh isotop isotop didalam bijih timah hitam (Pb) tertua yang ada di Bumi, yang mana isotop isotop tersebut jumlahnya hanya sedikit, untuk berubah dari komposisi asalnya, sebagai hasil pengukuran dari uranium fase bebas pada besi meteorit (iron meteorites), terhadap komposisinya pada saat bijih timah hitam tersebut terpisah dari selaput sumbernya. Hasil perhitungan ini dalam umur Bumi dan Meteorit serta Sistem Tata Surya adalah 4.54 milyar tahun dengan tingkat kesalahan kurang dari 1 persen. Untuk ketelitian, umur ini mewakili saat saat terakhir dimana isotop Timah Hitam adalah homogen selama Sistem Tata Surya bagian dalam dan saat dimana Timah Hitam dan Uranium menyatu menjadi padat dari Sistem Tata Surya. Umur 4.54 milyar tahun yang diperoleh dari Sistem Tata Surya dan Bumi adalah konsisten terhadap hasil perhitungan yang dilakukan sekarang untuk 11 sampai 13 milyar tahun umur Milky Way Galaxy (berdasarkan tahapan evolusi dari bintang berkabut global / globular cluster stars) dan umur 10 sampai 15 milyar tahun untuk umur Universal (berdasarkan atas penurunan dari jarak galaxy).

5. Konsep-Konsep dan Hukum-Hukum Dalam Geologi

Untuk dapat memahami ilmu geologi, pemahaman tentang konsep-konsep dan hukum-hukum dalam ilmu geologi sangatlah penting dan merupakan dasar dalam mempelajari ilmu geologi. Adapun hukum dan konsep geologi yang menjadi acuan dalam geologi antara lain adalah konsep tentang susunan, aturan dan hubungan antar batuan dalam ruang dan waktu. Pengertian ruang dalam geologi adalah tempat dimana batuan itu terbentuk sedangkan pengertian waktu adalah waktu pembentukan batuan dalam skala waktu geologi. Konsep uniformitarianisme (James Hutton), hukum superposisi (Steno), konsep keselarasan dan ketidakselarasan, konsep transgresiregresi, hukum potong memotong (cross cutting relationship) dan lainnya.

a. Doktrin Uniformitarianisme

James Hutton (1795) menyatakan sejarah ilmu geologi sudah dimulai sejak abad ke 17 dan 18 dengan doktrin katastrofisme yang sangat populer. Para penganutnya percaya bahwa bentuk permukaan bumi dan segala kehidupan di atasnya terbentuk dan musnah dalam sesaat akibat suatu bencana (catastroph) yang besar. James Hutton, bapak geologi modern, seorang ahli fisika Skotlandia, pada tahun 1795 menerbitkan bukunya yang berjudul "Theory of the Earth", dimana ia mencetuskan doktrinnya yang terkenal tentang Uniformitarianism (keseragaman). Uniformitarianisme merupakan konsep dasar geologi modern. Doktrin ini menyatakan bahwa hukum-hukum fisika, kimia dan biologi yang berlangsung saat ini berlangsung juga pada masa lampau.

Artinya, gaya-gaya dan proses-proses yang membentuk permukaan bumi seperti yang kita amati saat ini telah berlangsung sejak terbentuknya bumi. Doktrin ini lebih terkenal sebagai "The present is the key to the past" dan sejak itulah orang menyadari bahwa bumi selalu berubah. Dengan demikian jelaslah bahwa geologi sangat erat hubungannya dengan waktu. Pada tahun 1785, Hutton mengemukakan perbedaan yang jelas antara hal yang alami dan asal usul batuan beku dan sedimen.

James Hutton berhasil menyusun urutan intrusi yang menjelaskan asal usul gunungapi. Dia memperkenalkan hukum superposisi yang menyatakan bahwa pada tingkatan yang tidak rusak, lapisan paling dasar adalah yang paling tua. Ahli paleontologi telah mulai menghubungkan fosil-fosil khusus pada tingkat individu dan telah menemukan bentuk pasti yang dinamakan indeks fosil. Indeks fosil telah digunakan secara khusus dalam mengidentifikasi horison dan hubungan suatu tempat dengan tempat lainnya.

b. Prinsip Prinsip Dasar Geologi

Nicolaus Steno (1665) dikenal sebagai orang yang pertama kali memperkenalkan prinsip-prinsip dasar geologi yang hingga saat ini masih dipakai dalam penafsiran lapisan-lapisan batuan sedimen. Nicol Stensen merupakan nama asli dari Nicolaus Steno yang lahir di Copenhagen, Denmark pada 10 Januari 1638.

Pada tahun 1656 belajar di Universitas Copenhagen yang kemudian melanjutkan ke Amsterdam dan Leyden di Belanda. Pada tahun 1665 Stensen pindah ke Florence di Itali menjadi ahli fisika pada Grand

Duke of Tuscany. Disini Niel Stensen merubah namanya kedalam bahasa latin menjadi Nicolaus Steno.

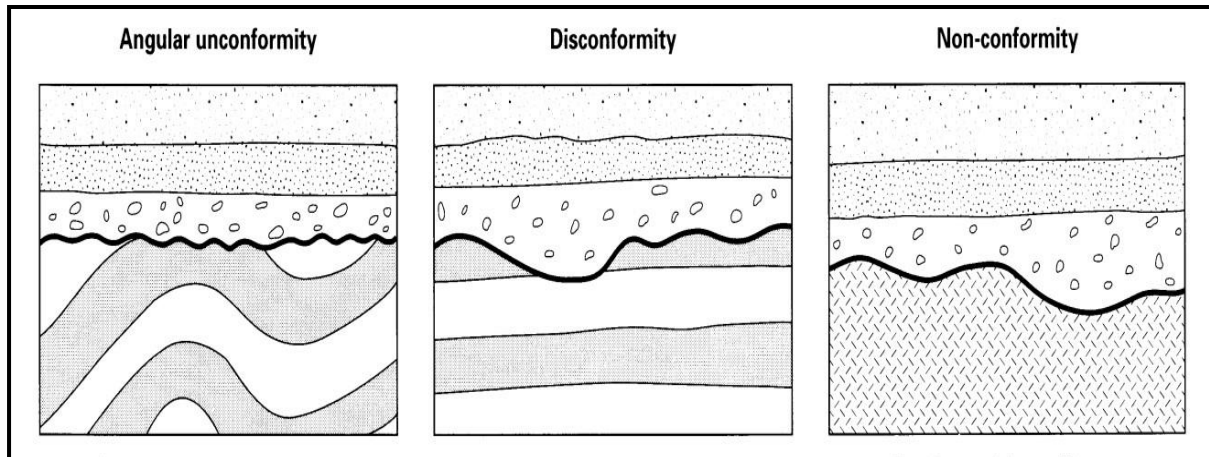
Adapun prinsip prinsip dasar geologi yang sangat penting dalam ilmu geologi adalah prinsip horisontalitas, superposisi dan kesinambungan lateral pada perkapisan batuan sedimen.

- 1) Horizontalitas (Horizontality): Kedudukan awal pengendapan suatu lapisan batuan adalah horisontal, kecuali pada tepi cekungan memiliki sudut kemiringan asli (initial-dip) karena dasar cekungannya yang memang menyudut.
- 2) Superposisi (Superposition): Dalam kondisi normal (belum terganggu), perlapisan suatu batuan yang berada pada posisi paling bawah merupakan batuan yang pertama terbentuk dan tertua dibandingkan dengan lapisan batuan diatasnya.
- 3) Kesinambungan Lateral (Lateral Continuity): Pelamparan suatu lapisan batuan akan menerus sepanjang jurus perlapisan batuan. Dengan kata lain bahwa apabila pelamparan suatu lapisan batuan sepanjang jurus perlapisannya berbeda litologinya maka dikatakan bahwa perlapisan batuan tersebut berubah facies. Dengan demikian, konsep perubahan facies terjadi apabila dalam satu lapis batuan terdapat sifat, fisika, kimia, dan biologi yang berbeda satu dengan lainnya.

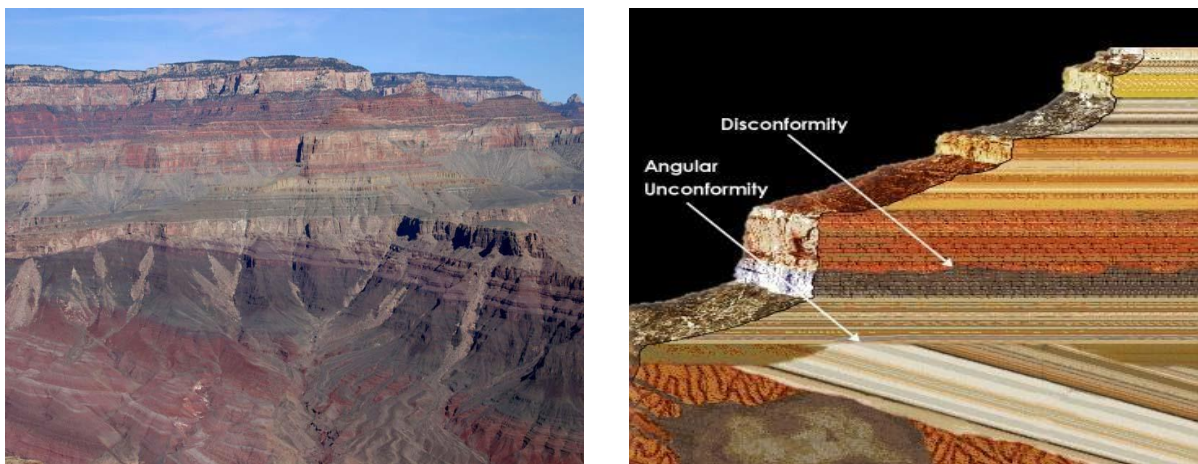
c. Keselarasan dan Ketidakselarasan (Conformity dan Unconformity)

- 1) Keselarasan (Conformity): adalah hubungan antara satu lapis batuan dengan lapis batuan lainnya diatas atau dibawahnya yang kontinyu (menerus), tidak terdapat selang waktu (rumpang waktu) pengendapan. Secara umum di lapangan ditunjukkan dengan kedudukan lapisan (strike/dip) yang sama atau hampir sama, dan ditunjang di laboratorium oleh umur yang kontinyu.
- 2) Ketidak Selarasan (Unconformity): adalah hubungan antara satu lapis batuan dengan lapis batuan lainnya (batas atas atau bawah) yang tidak kontinyu (tidak menerus), yang disebabkan oleh adanya rumpang waktu pengendapan. Dalam geologi dikenal 3 (tiga) jenis ketidak selarasan, yaitu (lihat **Gambar 12**).
- 3) Ketidakselarasan Bersudut (Angular unconformity) adalah salah satu jenis ketidakselarasan yang hubungan antara satu lapis batuan (sekelompok batuan) dengan satu batuan lainnya (kelompok batuan lainnya), memiliki hubungan/kontak yang membentuk sudut.

- 4) Disconformity adalah salah satu jenis ketidakselarasan yang hubungan antara lapisan batuan (sekelompok batuan) dengan lapisan batuan lainnya (kelompok batuan lainnya) dibatasi oleh satu rumpang waktu tertentu (ditandai oleh selang waktu dimana tidak terjadi pengendapan).
- 5) Non-conformity adalah salah satu jenis ketidakselarasan yang hubungan antara lapisan batuan (sekelompok lapisan batuan) dengan satuan batuan beku atau metamorf.



Gambar 12. Tiga Jenis Bentuk Ketidakselarasan dalam Geologi: (a). Angular Unconformity; (b). Disconformity; dan (c). Non-conformity



Gambar 13. Kenampakan Lapangan dari Bentuk “Angular dan Sketsa “Angular Unconformity” dan Unconformity” dan “Disconformity” “Disconformity”

d. Genang Laut dan Susut laut (Transgresi dan Regresi)

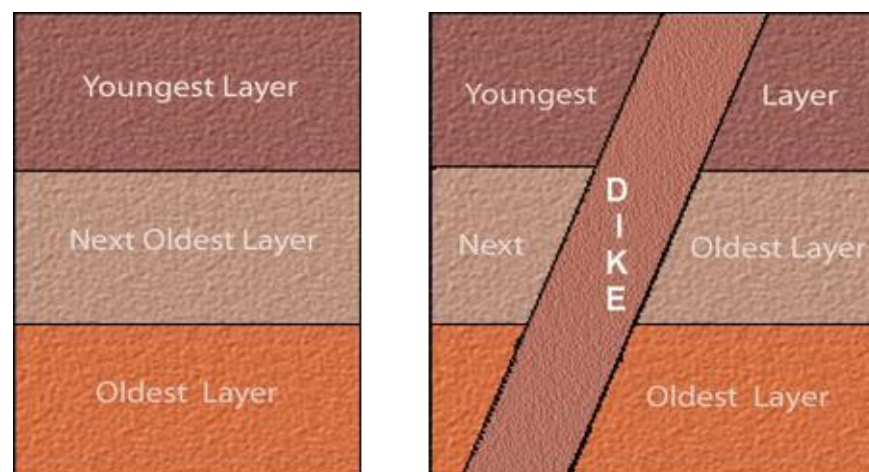
- 1) Transgresi (Genang Laut) : Transgresi dalam pengertian stratigrafi / sedimentologi adalah laju penurunan dasar cekungan lebih cepat dibandingkan dengan pasokan sedimen (sediment supply). Garis pantai maju ke arah daratan.

- 2) Regresi (Susut Laut) : Regresi dalam pengertian stratigrafi/sedimentologi adalah laju penurunan dasar cekungan lebih lambat dibandingkan dengan pasokan sedimen (sediment supply). Garis pantai maju ke arah lautan.

e. Hubungan Potong Memotong (*Cross-Cutting Relationships*)

Hubungan potong-memotong (cross-cutting relationship) adalah hubungan kejadian antara satu batuan yang dipotong/diterobos oleh batuan lainnya, dimana batuan yang dipotong/diterobos terbentuk lebih dahulu dibandingkan dengan batuan yang menerobos.

Pada **Gambar 14** kiri memperlihatkan 3 lapisan batuan sedimen dengan bagian paling bawah merupakan batuan yang paling tua dan lapisan paling atas adalah batuan termuda dan **Gambar 14** kanan memperlihatkan batuan intrusi berbentuk dike yang memotong 3 lapisan batuan sedimen tersebut. **Gambar 15** adalah intrusi dike (warna hitam) yang menerobos batuan beku (warna putih abu-abu).



Gambar 14. Foto singkapan batuan intrusi dyke (warna gelap) memotong batuan sampling (warna terang). Intrusi dyke lebih muda terhadap batuan sampingnya



Gambar 15. Foto singkapan batuan intrusi dyke (warna hitam) memotong batuan samping (warna putih terang). Intrusi dyke lebih muda terhadap batuan sampingnya.

6. Rangkuman

- a. Geologi adalah suatu bidang ilmu pengetahuan kebumiharian yang mempelajari segala sesuatu mengenai planet bumi beserta isinya yang pernah ada. Merupakan kelompok ilmu yang membahas tentang sifat-sifat dan bahan-bahan yang membentuk bumi, struktur, proses-proses yang bekerja baik didalam maupun diatas permukaan bumi, kedudukannya di Alam Semesta serta sejarah perkembangannya sejak bumi ini lahir di alam semesta hingga sekarang.
- b. Geologi Fisik adalah bagian ilmu geologi yang mengkhususkan mempelajari sifat-sifat fisik dari bumi, seperti susunan dan komposisi dari pada bahan-bahan yang membentuk bumi, selaput udara yang mengitari bumi, khususnya bagian yang melekat dan berinteraksi dengan bumi, kemudian selaput air atau hidrosfir, serta proses-proses yang bekerja diatas permukaan bumi yang dipicu oleh energi Matahari dan tarikan gravitasi bumi.
- c. Geologi Dinamis adalah bagian dari ilmu geologi yang mempelajari dan membahas tentang sifat-sifat dinamika bumi. Sisi ini berhubungan dengan perubahan-perubahan pada bagian bumi yang diakibatkan oleh gaya-gaya yang dipicu oleh energi yang bersumber dari dalam bumi, seperti kegiatan magma yang menghasilkan vulkanisme, gerak-gerak litosfir akibat adanya arus konveksi, gempa bumi dan gerak-gerak pembentukan cekungan pengendapan dan pegunungan.
- d. Skala Waktu Geologi adalah sistem penanggalan bumi yang dipakai untuk menjelaskan waktu dan hubungan antar peristiwa yang terjadi sepanjang

sejarah Bumi. Sejarah bumi dikelompokkan menjadi Eon (Masa) yang terbagi lagi menjadi Era (Kurun), dan Era dibagi menjadi Period (Zaman), dan Zaman dibagi lagi menjadi Epoch (Kala).

- e. Terdapat 2 jenis pembagian Skala Waktu Geologi, yaitu Skala Waktu Relatif dan Skala Waktu Nisbi (Radiometri):
 - 1) Skala Waktu Relatif adalah skala waktu geologi yang didasarkan atas fosil-fosil yang terdapat dalam batuan sepanjang sejarah bumi.
 - 2) Skala Waktu Nisbi (Radiometri) adalah skala waktu geologi yang didasarkan atas penentuan penanggalan isotop radioaktif pada mineral-mineral radioaktif yang terdapat dalam batuan.
- f. Konsep Uniformitarianisme adalah suatu konsep dasar dalam ilmu geologi modern yang mengacu pada doktrin "The present is the key to the past". Doktrin ini menyatakan bahwa hukum-hukum fisika, kimia dan biologi yang berlangsung saat ini berlangsung juga pada masa lampau. Artinya, gaya-gaya dan proses-proses yang membentuk permukaan bumi seperti yang kita amati saat ini telah berlangsung sejak terbentuknya bumi.

C. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai kompetensi profesional ini adalah:

1. Mengamati

Peserta didik diharapkan mengamati pengajar (guru) pada saat proses belajar mengajar untuk materi skala waktu geologi.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang landasan teori mengenai skala waktu geologi.

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang berhubungan dengan materi skala waktu geologi dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan materi tersebut.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data yang berhubungan dengan materi skala waktu geologi dan mengkaitkan fungsinya ke dalam ilmu geologi, untuk selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks, sehingga tidak ada materi pembelajaran yang terlewatkan.

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang skala waktu geologi dalam proses belajar mengajar secara lisan oleh pengajar ke peserta didik.

D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk mendapatkan umpan balik setelah mempelajari modul pembelajaran 3 ini, guru-guru diminta untuk mengisi rubrik umpan balik ini dan memberikan masukan yang konstruktif yang disediakan pada **Tabel 13**.

Tabel 13. Rubrik Umpan Balik Isi Modul

No	Pokok Bahasan	Pertanyaan Umpan Balik	Jawaban Guru dan Tindak Lanjut
1	Waktu Geologi	Bisakah saudara menguraikan apa maksud dari waktu dalam geologi (C2)	
2	Skala Waktu Geologi	Bisakah saudara merangkum jenis pembagian skala waktu geologi batuan berdasarkan masa, zaman dan kala (C2)	
3	Hukum Geologi	Bisakah anda menjelaskan beberapa hukum-hukum dalam ilmu geologi (C2)	

E. Latihan/Soal/Tugas

1. Soal Essey

- Jelaskan pengertian geologi fisik dan geologi dinamis?
- Apakah yang mendasari kemunculan ilmu geologi sekitar tahun 500 hingga 300 tahun sebelum Masehi?
- Apakah isi pemikiran dari pencetus geologi modern yang kemudian dikenal sebagai "*Huttonian revolution*"?
- Jelaskan perbedaan skala waktu relatif dan absolut?
- Apakah bunyi hukum superposisi?

2. Soal Pilihan Ganda

- Skala waktu geologi yang ditentukan berdasarkan pelarikan radioaktif dari unsur-unsur kimia yang terkandung dalam bebatuan, disebut sebagai?
 - Skala waktu relatif
 - Skala stratigrafi
 - Skala waktu absolut
 - Skala waktu mutlak

- b. Apakah maksud kata “paleo” pada istilah skala waktu geologi?
 - A. Kuno
 - B. Purba
 - C. Dulu
 - D. Sekarang
- c. Pada zaman apakah kemunculan pertama kali burung?
 - A. Kapur
 - B. Jura
 - C. Trias
 - D. Karbon
- d. Teknik apakah yang dipakai untuk mengukur waktu pembentukan suatu mineral tertentu yang terdapat dalam batuan?
 - A. Isotop
 - B. Radiometri
 - C. Petron
 - D. Mesotop
- e. Pelamparan suatu lapisan batuan akan menerus sepanjang jurus perlapisan batuanya, termaksud kedalam prinsip geologi apakah penjelasan tersebut?
 - A. Conformity
 - B. Lateral Continuity
 - C. Horizontality
 - D. Disconformity

F. Kunci Jawaban

1. Essey

- a. Geologi Fisik atau *Physical Geology* adalah suatu studi yang mengkhususkan mempelajari sifat-sifat fisik dari bumi, seperti susunan dan komposisi dari pada bahan-bahan yang membentuk bumi, selaput udara yang mengitari bumi, khususnya bagian yang melekat dan berinteraksi dengan bumi, kemudian selaput air atau hidrosfir, serta proses-proses yang bekerja diatas permukaan bumi yang dipicu oleh energi Matahari dan tarikan gayaberat bumi.
Sedangkan, Geologi Dinamis adalah bagian dari Ilmu Geologi yang mempelajari dan membahas tentang sifat-sifat dinamika bumi. Sisi ini berhubungan dengan perubahan-perubahan pada bagian bumi yang diakibatkan oleh gaya-gaya yang dipicu oleh energi yang bersumber dari dalam bumi, seperti kegiatan magma yang menghasilkan vulkanisma, gerak-gerak

litosfir akibat adanya arus konveksi, gempabumi dan gerak-gerak pembentukan cekungan pengendapan dan pegunungan.

- b. Didasarkan pada fakta-fakta yang disusul dengan pemikiran-pemikiran dan pernyataan-pernyataan yang diajukan oleh pakar-pakar filsafat Yunani dan geologi sejak itu berkembang menjadi Ilmu Pengetahuan tentang Bumi.
- c. Isi pemikiran dari pencetus geologi modern yang kemudian dikenal sebagai "*Huttonian revolution*":
 - 1) Bahwasanya proses-proses alam yang sekarang ini menyebabkan perubahan pada permukaan bumi, juga telah bekerja sepanjang umur dari bumi ini.
 - 2) Bahwa proses-proses tersebut yang walaupun bekerja sangat lambat, tetapi pada akhirnya mampu menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan yang sangat besar pada bumi.
 - 3) Bahwa bumi ini sangat dinamis, yang berarti mengalami perubahan-perubahan yang terusmenerus mengikuti suatu pola daur (siklus) yang berulang-ulang.
- d. Skala Waktu Relatif, yaitu skala waktu yang ditentukan berdasarkan atas urutan perlapisan batuan-batuan serta evolusi kehidupan organisme dimasa yang lalu. Sedangkan, Skala Waktu Absolut (Radiometrik), yaitu suatu skala waktu geologi yang ditentukan berdasarkan pelarikan radioaktif dari unsur-unsur kimia yang terkandung dalam bebatuan.
- e. Dalam kondisi normal (belum terganggu), perlapisan suatu batuan yang berada pada posisi paling bawah merupakan batuan yang pertama terbentuk dan tertua dibandingkan dengan lapisan batuan diatasnya.

2. Pilihan Ganda

- a. C
- b. B
- c. B
- d. A
- e. B

V. KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

A. Tujuan Pembelajaran

Modul ini disusun berdasarkan kompetensi profesional. Kompetensi tersebut dirangkum kedalam kompetensi inti, kompetensi guru dan indikator pencapaian kompetensi. Oleh karena itu penulisan pembelajaran 4 ini bertujuan untuk:

1. Memberikan pengetahuan tentang klasifikasi foraminifera besar.
2. Memberikan pengetahuan kepada guru tentang bagaimana mengklasifikasikan foraminifera besar, seperti famili hingga genusnya.
3. Melakukan pengklasifikasian tentang foraminifera kecil.
4. Memberikan pengetahuan tentang proses pengklasifikasian foraminifera benthonik.

B. Uraian Materi Pembelajaran

1. Klasifikasi Foraminifera Besar

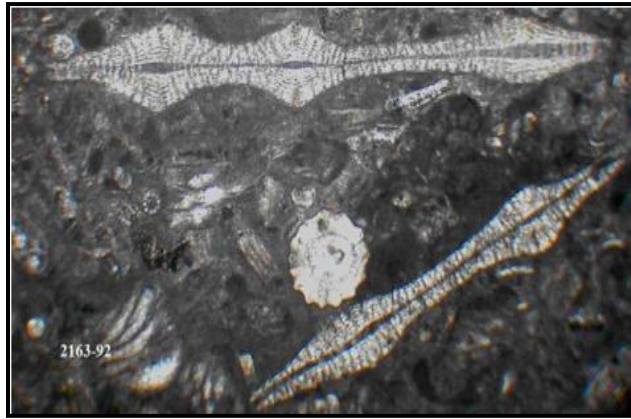
Ordo foraminifera ini memiliki bentuk yang lebih besar dibandingkan dengan yang lainnya. Sebagian besar hidup didasar laut dengan kaki semu dan type Letuculose, juga ada yang hidup di air tawar, seperti family *Allogromidae*. Memiliki satu kamar atau lebih yang dipisahkan oleh sekat atau septa yang disebut *suture*. *Aperture* terletak pada permukaan septum kamar terakhir. Hiasan pada permukaan test ikut menentukan perbedaan tiap–tiap jenis.

Foraminifera besar benthonik baik digunakan untuk penentu umur. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan sayatan tipis vertical, horizontal, atau, miring di bawah mikroskop. Pemberian sistematik foraminifera benthonik besar yang umum menurut Cushman (1927) dalam (Sudarmo, 2010) yaitu sebagai berikut:

a. Famili *Discocyclidae*

1) Genus *Aktinocyclus*

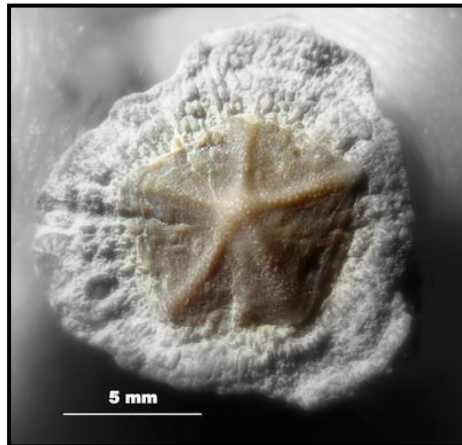
Kenampakan luar bulat, tidak berbentuk bintang, di jumpai rusak – rusak yang memancar (lihat **Gambar 11**). Kisaran umurnya a sampai b Eosen.



Gambar 16. Genus *Actinocyclus*

2) Genus *Asterocyclus*

Kenampakan luar seperti bintang polygonal, dijumpai rusak – rusak radier (lihat **Gambar 12**). Kisaran umurnya Ta sampai Tb.

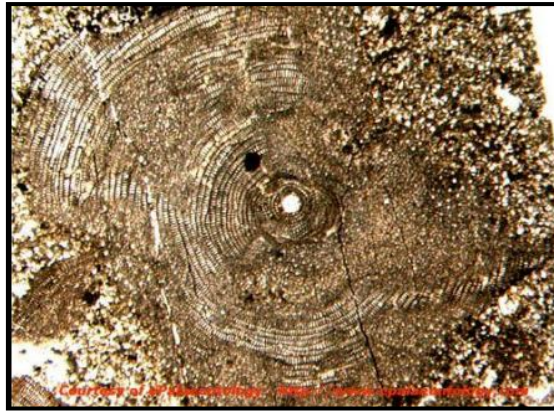


Gambar 17. Genus *Asterocyclus*

3) Genus *Asterocyclus*

Kenampakan luar merupakan lensa, kadang bengkok menyerupai lensa, kadang bengkok menyerupai pelana, kelilingnya bulat degan/ tanpa tonggak – tonggak (lihat **Gambar 18**).

Discocyclus memiliki cangkang lentikular, kadang sangat pipih dgnatau tanpa pilar. Kamar ekuatorial segi empat, tersusun secara konsentrik. Kamar ekuatorial tdk menebal ke arah *periphery* dan dinding lateral sangat halus dan rumit. Kisaran umurnya Ta sampai Tb.



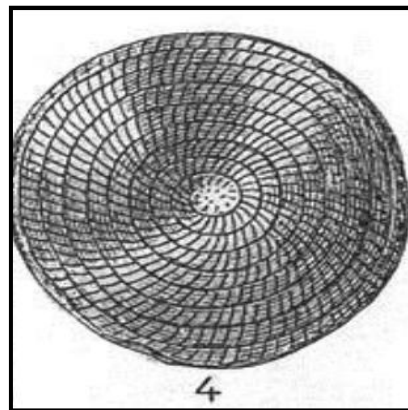
Gambar 18. Genus *Discocyclina*

b. Famili *Camerinidae*

1) Genus *Asslina*

Kenampakan luar pipih (lentukuler) discoidal, test besar ukuran 2 – 50 mm, di jumpai tonggak – tonggak (lihat **Gambar 19**).

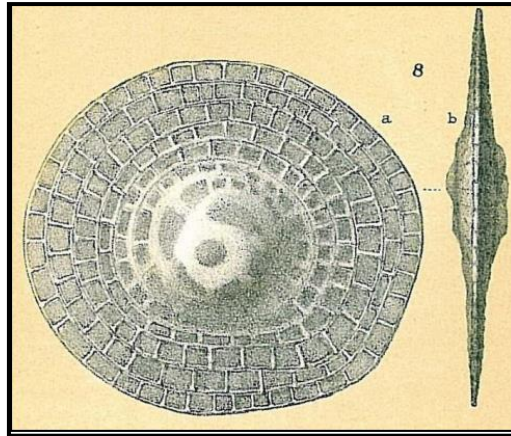
Asslina memiliki cangkang yang pipih, bentuk test evolute, dgn atautanpa pilar. Kamar-kamar ekuatorial terputar secara spiral, kamar kamar makin tinggi secara perlahan-lahan, umumnya lebih dari 5 putaran. Pada sayatan ini sulit dibedakan dengan nummulites. Kamar terputar secara *evolute*, *marginal cord* berkembang baik. Kisaran umurnya Ta sampai Tb.



Gambar 19. Genus *Asslina*

2) Genus *Cyclocypeus*

Kenampakan luar rata dan sangat pipih, kadang-kadang dijumpai tonggak-tonggak dan cincin yang kosentris. Dari sayatan vertikal kamar equatorial lurus, tidak dijumpai adanya kamar lateral. Kisaran umur Tc sampai Resen (lihar **Gambar 20**).



Gambar 20. Genus *Cycloclypeus*

3) Genus *Nummulites*

Kenampakan luar seperti lensa, terputar secara planispiral, hanya putaran terluar yang terlihat, pada umumnya licin (lihat **Gambar 21**).

Memiliki bentuk cangkang lentikuler, involute, hanya putaran akhir yang kelihatan dari luar. Kamar-kamar ekuatorial tersusun secara spiral, tinggi dari kamar naik secara perlahan-lahan, umumnya mempunyai lebih dari 4 putaran. Kamar terputar secara *involute*, ada *marginal cord*.

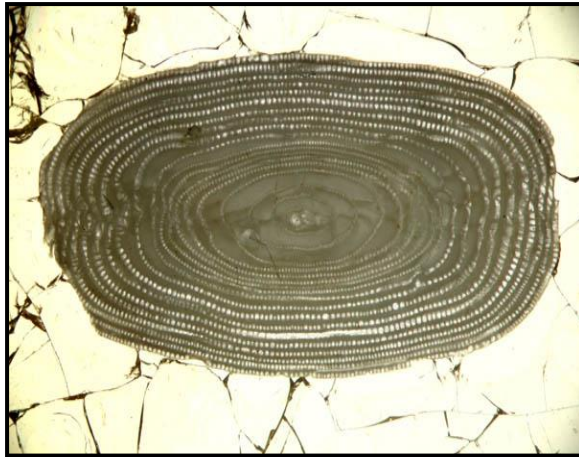


Gambar 21. Genus *Nummulites*

c. Famili *Alveolinelliadae*

1) Genus *Alveolina*

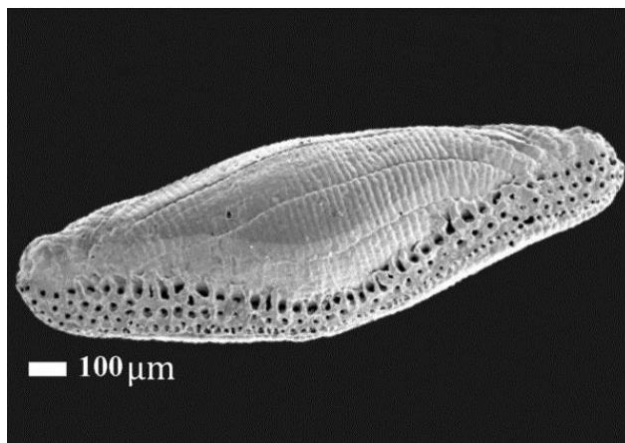
Kenampakan luar berbentuk telur/elips (*fusiform*), panjang kurang lebih 1 cm (lihat **Gambar 22**). Kisaran umurnya a (Eosen-Bawah).



Gambar 22. Genus *Alveolina*

2) Genus *Alveolinella*

Bentuk sama dengan *Alveolina* panjang sumbunya 0,5 – 1,5 cm serta ada suatu kanal (pre septa). Celah – celahnya tersusun menjadi 3 baris dan tersusun bergantian, tetapi sambung menyambung (lihat **Gambar 23**). Kisaran umurnya Tf sampai Resen.

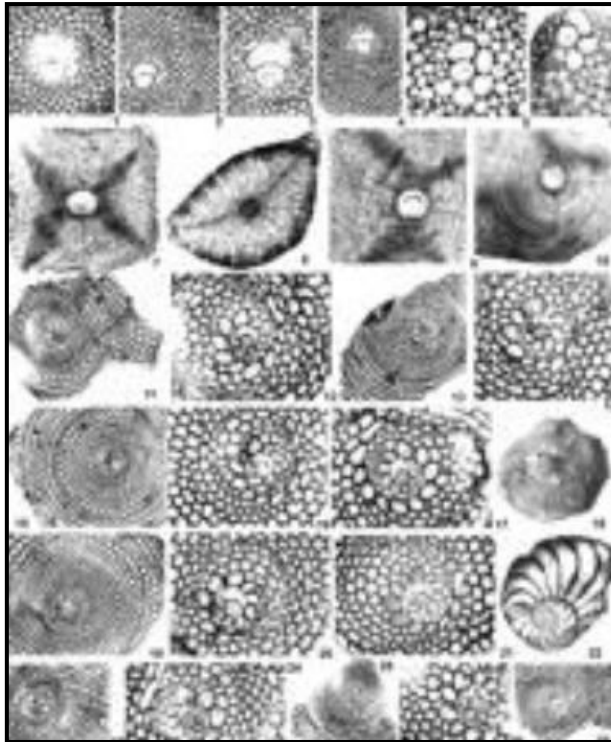


Gambar 23. Genus *Alveolinella*

d. Famili *Miogpsinidae*

1) Genus *Miogypsina*

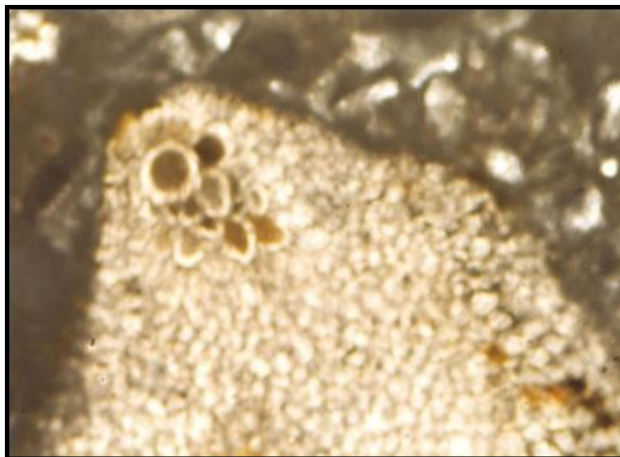
Kenampakan luar terbentuk segitiga, lonjong hingga bulat, kadang seperti bintang/poligonal, permukaan papillate, sering di jumpai tongkak (lihat **Gambar 24**). Kisaran umurnya Tf.



Gambar 24. Genus *Miogypsina*

2) Genus *Miogypsinoides*

Kenampakan luar terbentuk segitiga, lonjong dan kulit luarnya datar. Kamar-kamar equatorialnya berbentuk segi empat (lihat **Gambar 25**). Kisaran umurnya Te sampai Tf.



Gambar 25. Genus *Miogypsinoides*

e. Famili *Calcarinidae*

1) Genus *Biplanispira*

Kenampakan luar pipih hingga seperti lensa, discoidal, hampir bilateral simetri dengan/tanpa tonggak (lihat **Gambar 26**). Kisaran umurnya Tb.



Gambar 26. Genus *Biplanispira*

2) Genus *Pellatispira*

Kenampakan luar seperti lensa (*lentikuler*) dan bulat sering dijumpai tonggak (lihat **Gambar 27**). Kisaran umurnya Tb (Eosen atas).

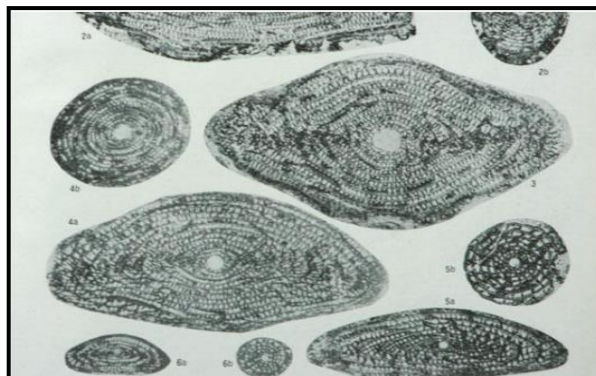


Gambar 27. Genus *Pellatispira*

f. Famili Orbitoididae

1) Genus *Lepidocyclina*

Kenampakan seperti lensa (*lentikuler*) pipih cembung, discoidal, permukaan test papilate, halus reticulate, pinggirnya bisa bulat, kadang seperti batang atau polygonal (lihat **Gambar 28**). Kisaran umurnya Td sampai Tf.



Gambar 28. Genus *Lepidocyclina*

2. Klasifikasi Foraminifera Kecil

Foraminifera kecil, berdasarkan cara hidupnya dapat dibedakan menjadi foraminifera planktonik dan foraminifera bentos (Sudarmo, 2010).

a. Foraminifera Planktonik

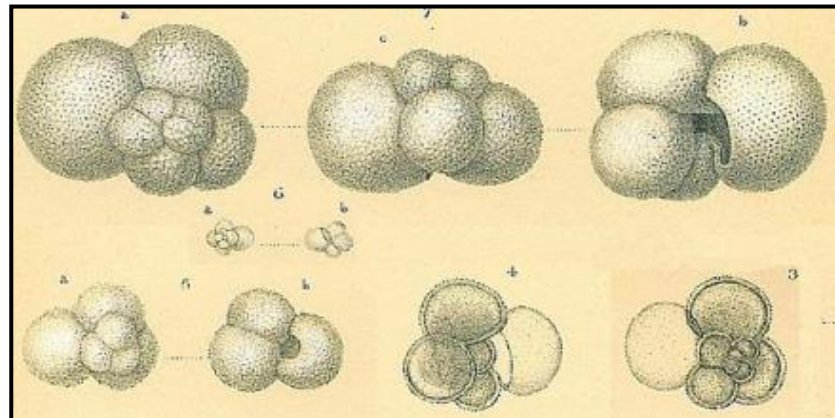
1) Family *Globigerinidae*

Family ini pada umumnya mempunyai bentuk test spherical atau hemispherical, bentuk kamar globular dan susunan kamar trochospiral rendah atau tinggi. *Aperture* pada umumnya terbuka lebar dengan posisi yang terletak pada umbilicus dan juga pada sutura atau pada apertural face.

Family globigerinidae terdiri dari beberapa Genus, yaitu sebagai berikut:

a) Genus *Globigerina*

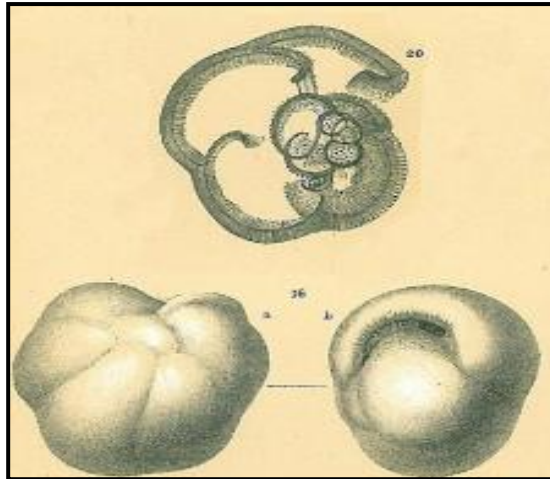
Bentuk cangkang terputar secara helicoid, kamar-kamarnya globular. Dinding cangkang terbuat dari bahan gampingan berpori-pori, kadang-kadang dijumpai duri-duri. Aperture terletak di bagian ventral, membuka ke umbilical dan berbentuk koma (lihat **Gambar 29**). Muncul pada zaman Kapur sampai sekarang.



Gambar 29. Genus *Globigerina*

b) Genus *Pulleniatina*

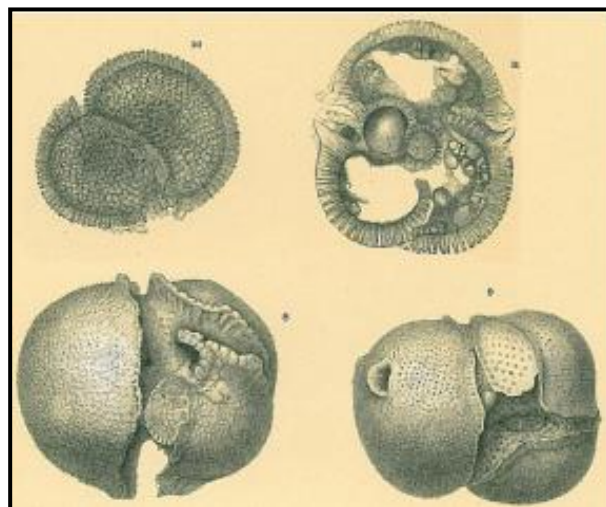
Bentuk cangkang seperti globigerina, depan dinding yang cancellated, kamarnya terputar secara involute. Aperture sempit dan melengkung pada kamar akhir (lihat **Gambar 30**). Muncul pada zaman Tersier sampai sekarang.



Gambar 30. Genus *Pulleniatina*

c) Genus *Sphaeroidinella*

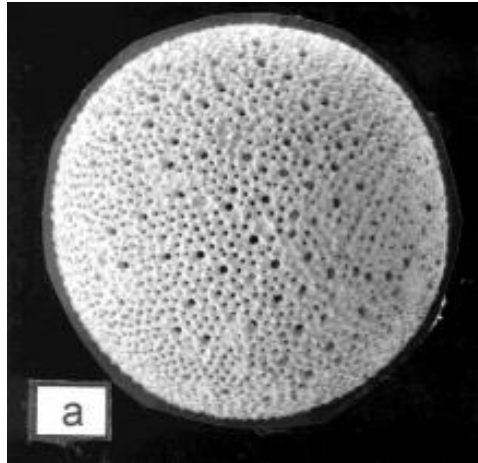
Bentuk cangkang trochoid dengan pori-pori kasar , bentuk kamar globural dengan jumlah kamar tiga buah yang saling berangkuman (*embracing*). Dinding cangkang terbuat dari bahan gampingan. *Aperture* terbuka lebar dan memanjang didasar sutura(lihat **Gambar 31**). Muncul pada zaman Miosen sampai sekarang.



Gambar 31. Genus *Sphaeroidinella*

d) Genus *Orbulina*

Bentuk cangkang monothalamust dan bulat pada bagian luarnya. Dinding cangkang terbuat dari bahan gampingan berpori-pori jelas. Umumnya tidak dijumpai aperature yang nyata (lihat **Gambar 32**). Muncul pada zaman Tersier sampai sekarang.



Gambar 32. Genus *Orbulina*

e) Genus *Cribohantkenina*

Ciri-ciri morfologi sama dengan hantkenina tetapi kamar akhir sangat gemuk dan mempunyai “CRISRATE” yang terletak pada *plular apertural face*. Contoh: *Cribohantkenina bermudesi* (lihat **Gambar 33**).



Gambar 33. *Cribohantkenina Bermudesi*

f) Genus *Clavigerinella*

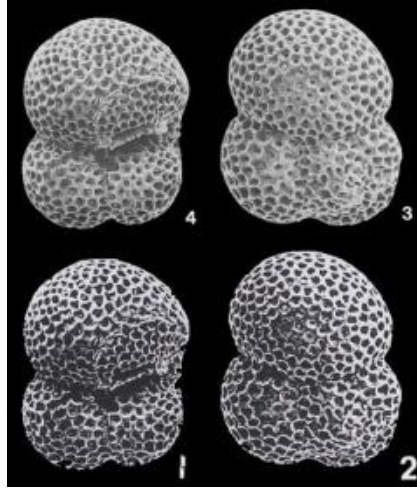
Ciri-ciri morfologi dinding test hyaline. Bentuk test pipih panjang, susunan kamar involute, “radial elongate” atau “*Clavate*”. Contoh: *Clavigerinella jarvisi* (P13- P15) (lihat **Gambar 34**).



Gambar 34. *Clavigerinella Jarvisi*

g) Genus *Cassigerinella*

Ciri-ciri morfologi dengan dinding test hyaline. Susunan kamar pada permulaan planispiral dan seterusnya tersusun secara biserial. *Aperture* berbentuk parabol dan terletak didasar apertural face. Contoh: *Cassigerinella chipolensis* (P18-N13) (lihat **Gambar 35**).



Gambar 35. Cassigerinella Chipolensis

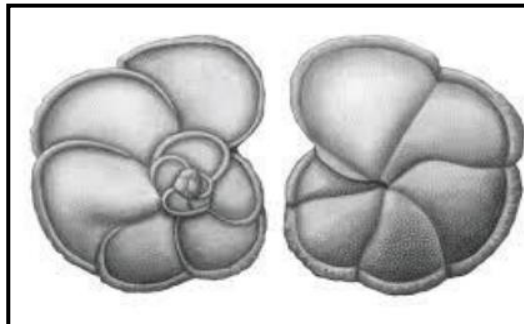
2) Famili *Globorotaliidae*

Family ini umumnya mempunyai test biconvex, bentuk kamar subglobular, susunan kamar trochospiral, *Aperture* memanjang dari umbilicus ke pinggir test dan terletak pada dasar apertural face. Pinggir test ada yang mempunyai keel dan ada yang tidak.

Berdasarkan bentuk test, bentuk kamar, aperture dan keel, maka famili ini dapat dibagi atas dua genus, yaitu :

a) Genus *Globorotalia* (Cushman, 1927)

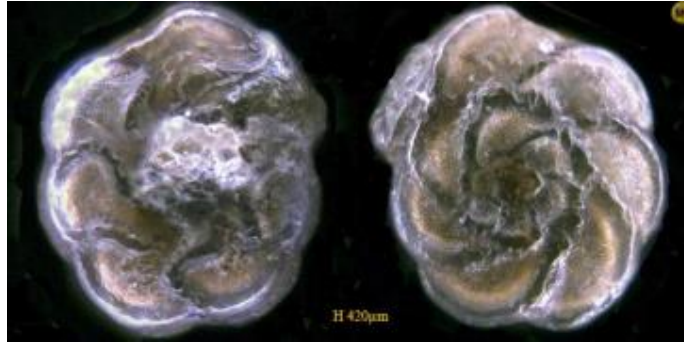
Bentuk cangkang bikonvek, kadang-kadang dijumpai keel. Dinding cangkang terbuat dari bahan gampingan berpori-pori. Aparture terletak dibagian ventral, memanjang dari umbilicus ke pinggir. Pada pinggir test terdapat keel dan ada yang tidak. Muncul pada zaman Kapur sampai sekarang (lihat **Gambar 36**).



Gambar 36. Genus Globorotalia

b) Genus *Globotruncana* (Cushman, 1927)

Pada waktu mudanya trochoid, kamar-kamarnya globular, tetapi setelah dewasa agak pipih, bagian ventral dan dosral agak cembung atau rata. Umumnya dijumpai hiasan keel ganda. Dinding cangkang terbuat dari bahan gampingan berpori-pori halus, *aperture* terletak di bagian ventral (lihat **Gambar 37**). Muncul pada zaman Kapur.



Gambar 37. Genus *Globotruncana*

b. Foraminifera Benthonik

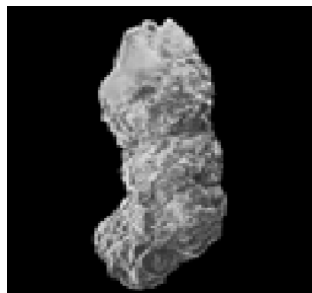
Foraminifera benthonik memiliki habitat pada dasar laut dengan cara hidup secara vagile (merambat/merayap) dan sessile (menambat). Alat yang digunakan untuk merayap pada benthos yang vagile adalah pseudopodia. Terdapat yang semula sesile dan berkembang menjadi vagile serta hidup sampai kedalaman 3000 meter di bawah permukaan laut. Material penyusun test merupakan agglutinin, arenaceous, khitin, gampingan.

Foraminifera benthonik sangat baik digunakan untuk indikator paleoecology dan bathymetri, karena sangat peka terhadap perubahan lingkungan yang terjadi.

Macam-macam genus dari foraminifera benthos yang sering dijumpai :

1) Genus *Ammobaculites* (Chusman, 1910)

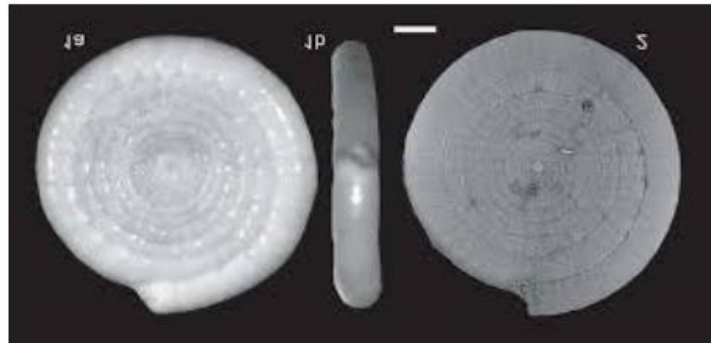
Termasuk famili Lituolidae. Bentuk cangkang pada awalnya terputar, kemudian menjadi uniserial lurus, komposisi test pasir, aperture bulat dan terletak pada puncak kamar akhir (lihat **Gambar 38**). Muncul pada karbon sampai sekarang.



Gambar 38. Genus *Ammobaculites*

2) Genus *Amondiscus* (Reuses, 1861)

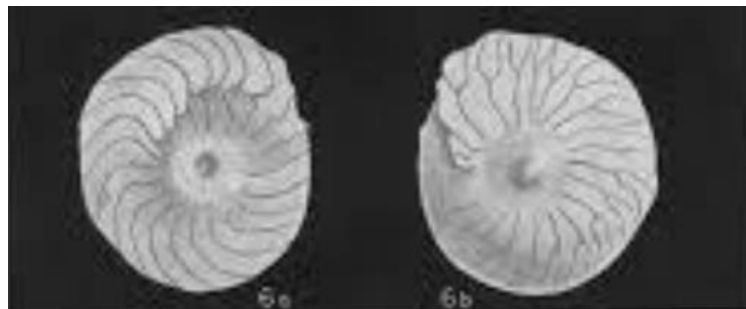
Termasuk famili Ammodiscidae. Bentuk cangkang monothalamus, terputar palnispiral, komposisi test pasiran, aperture pada ujung lingkaran (lihat **Gambar 39**). Muncul pada zaman Silur sampai sekarang.



Gambar 39. Genus *Amondiscus*

3) Genus *Amphistegerina* (D' Orbigny, 1826)

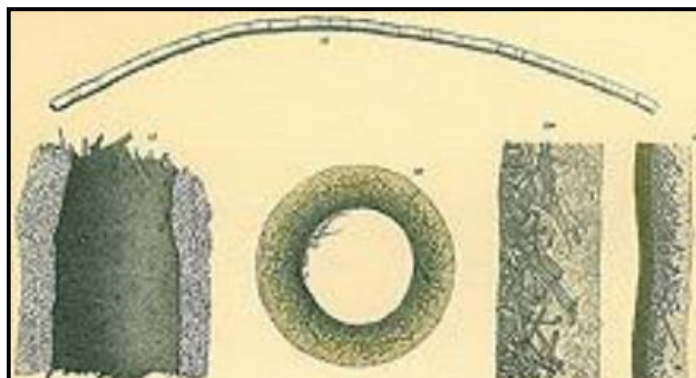
Termasuk famili Amphistuginidae. Bentuk cangkang lensa, trochoid, terputar involut, pada ventral terlihat suture bercabang tak teratur, komposisi test gampingan, berpori halus, aperture kecil pada bagian ventral kecil pada bagian ventral (lihat **Gambar 40**). Muncul pada kala Eosen sampai sekarang.



Gambar 40. Genus *Amphistegerina*

4) Genus *Bathysiphon* (Sars, 1972)

Termasuk famili Rhizamminidae. Bentuk cangkang silindris, kadang – kadang lurus, monothalamus, komposisi test pasiran, aperture di puncak berbentuk pipa (lihat **Gambar 41**). Muncul pada zaman Silur sampai sekarang.



Gambar 41. Genus *Bathysiphon*

5) Genus *Bolivina*

Termasuk famili Buliminidae. Bentuk cangkang memanjang, pipih agak runcing, beserial, komposisi gampingan, berposisi aperture pada kamar akhir, kadang berbentuk *lope* (lihat **Gambar 42**). Muncul pada zaman Kapur sampai sekarang.



Gambar 42. Genus *Bolivina*

6) Genus *Cibicides* (Monfort, 1808)

Termasuk famili Amonalidae. Bentuk cangkang planoconvex rotaloid, bagian dari dorsal lebih rata, komposisi gampingan berpori kasar, aperture di bagian ventral, permukaan akhir sempit dan memanjang (lihat **Gambar 43**). Muncul pada zaman Kapur sampai sekarang.



Gambar 43. Genus *Cibicides*

7) Genus *Dentalina* (d' Orbigny, 1826)

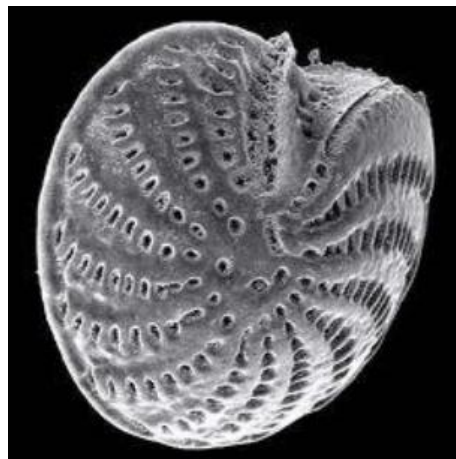
Termasuk famili Lageridae. Bentuk cangkang pilythalamus, uniserial, curvilinier, suture menyudut, komposisi test gampingan berpori halus, aperture memancar, terletak pada ujung kamar akhir (lihat **Gambar 44**). Muncul pada zaman Kapur sampai sekarang.



Gambar 44. Genus *Dentalina*

8) Genus *Elphidium* (Monfort, 1808)

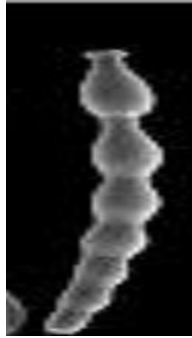
Termasuk famili Nonionidae. Bentuk cangkang planispiral, bilateral simetris, hampir seluruhnya involute, hiasan suture bridge dan umbilical, komposisi test gampingan berpori, aperture merupakan sebuah lubang/lebih pada dasar permukaan kamar akhir (lihat **Gambar 45**). Muncul pada zaman Eosen sampai sekarang.



Gambar 45. Genus *Elphidium*

9) Genus *Nodogerina* (Chusman, 1927)

Termasuk famili Heterolidae. Bentuk cangkang memanjang, kamar tersusun uniserial lurus, komposisi test gampingan berpori halus, aperture terletak di puncak membulat mempunyai leher dan bibir (lihat **Gambar 46**). Muncul pada zaman Kapur sampai sekarang.



Gambar 46. Genus *Nodogerina*

10) Genus *Nodosaria* (Lamark, 1812)

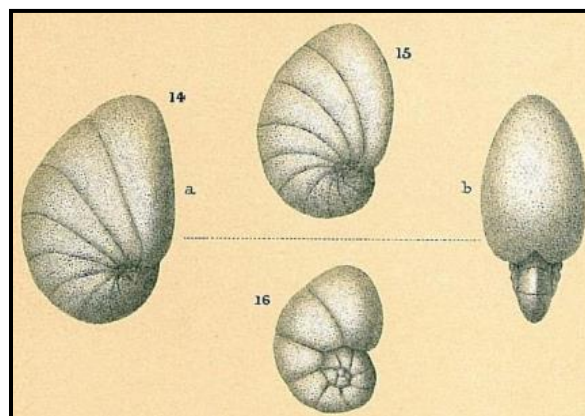
Termasuk famili Lagenidae. Bentuk cangkang lurus memajang, kamar tersusun uniserial, suturenya tegak lurus, terhadap sumbu, pada pemulaaan agak bengkok kemudian lurus, komposisi gampingan berpori, aperture di puncak berbentuk radier (lihat **Gambar 47**). Muncul pada zaman Karbon sampai sekarang.



Gambar 47. Genus *Nodosaria*

11) Genus *Nonion* (Monfort, 1888)

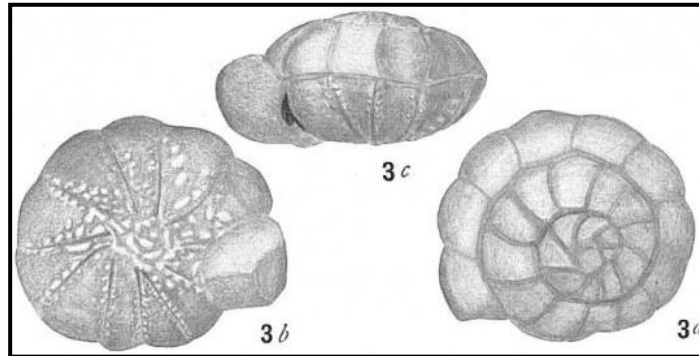
Termasuk famili Nonionidae. Bentuk cangkang cenderung involute, bagian tepi membulat, umumnya dijumpai umbilical yang dalam, komposisi gampingan berpori , aperture melengkung pada kamar akhir (lihat **Gambar 48**). Muncul pada zaman Yura sampai sekarang.



Gambar 48. Genus *Nonion*

12) Genus *Rotalia* (Lanmark, 1804)

Termasuk famili Rotaliidae. Bentuk cangkang bikonvek, terputar secara rotoid, serta dijumpai umbilical flug. Umumnya suture menebal pada bagian dorsal, bagian ventral suturenya tertekan ke dalam, komposisi test gampingan berpori, aperture pada bagian ventral membuka dari umbilical pinggir (lihat **Gambar 49**). Muncul pada zaman Karbon.



Gambar 49. Genus *Rotalia*

13) Genus *Saccamina* (Sars, 1869)

Termasuk famili Sacanidae. Bentuk cangkang globular, komposisi test dari material kasar, biasanya oleh khitin berwarna coklat, aperture di puncak umumnya dengan leher (lihat **Gambar 50**). Muncul pada zaman Silur sampai sekarang.



Gambar 50. Genus *Saccamina*

14) Genus *Textularia* (Derance, 1824)

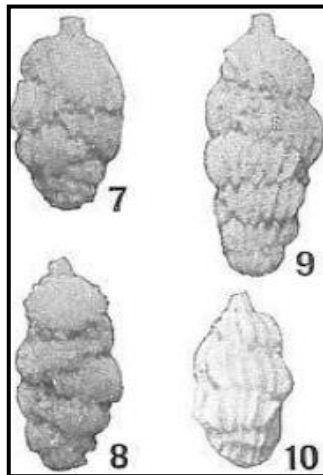
Termasuk famili Textularidae. Bentuk cangkang memanjang kamar tersusun biserial, morfologi kasar, komposisi pasir, aperture sempit memanjang pada permukaan kamar akhir (lihat **Gambar 51**). Muncul pada zaman Devon sampai sekarang.



Gambar 51. Genus *Textularia*

15) Genus *Uvigerina* (d' Obigny, 1826)

Termasuk famili Uvigeridae. Bentuk cangkang fusiform, kamar triserial, komposisi berpori, aperture di ujung dengan leher dan bibir (lihat **Gambar 52**). Muncul pada zaman Eoson sampai sekarang.



Gambar 52. Genus *Uvigerina*

3. Rangkuman

- a. Foraminifera besar memiliki bentuk yang lebih besar dibandingkan dengan yang lainnya, memiliki satu kamar atau lebih yang dipisahkan oleh sekat atau septa yang disebut *suture* dan *aperture* terletak pada permukaan septum kamar terakhir.
- b. Foraminifera besar benthonik digunakan untuk penentu umur dengan pengamatan menggunakan sayatan tipis vertical, horizontal, atau miring di bawah miroskop.
- c. Foraminifera kecil berdasarkan cara hidupnya dapat dibedakan menjadi menjadi foraminifera planctonik dan foraminifera bentos.
- d. Foraminifera planctonik mempunyai bentuk test spherical atau hemispherical, bentuk kamar globular dan susunan kamar trochospiral rendah atau tinggi.

Aperture pada umumnya terbuka lebar dengan posisi yang terletak pada umbilicus dan juga pada sutura atau pada *apertural face*.

- e. Foraminifera benthonik memiliki habitat pada dasar laut dengan cara hidup secara vagile (merambat/merayap) dan sessile (menambat). Semula sessile dan berkembang menjadi vagile serta hidup sampai kedalaman 3000 meter di bawah permukaan laut. Material penyusun test merupakan agglutinin, arenaceous, khitin, gampingan.

C. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai kompetensi profesional ini adalah:

1. Mengamati

Peserta didik diharapkan mengamati pengajar (guru) pada saat proses belajar mengajar untuk materi klasifikasi fosil.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang landasan teori mengenai klasifikasi fosil.

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang berhubungan dengan materi klasifikasi fosil dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan materi tersebut.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data yang berhubungan dengan materi klasifikasi fosil dan mengkaitkan fungsinya ke dalam ilmu geologi, untuk selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks, sehingga tidak ada materi pembelajaran yang terlewatkan.

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang klasifikasi fosil dalam proses belajar mengajar secara lisan oleh pengajar ke peserta didik.

D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk mendapatkan umpan balik setelah mempelajari modul pembelajaran 6 ini, guru-guru diminta untuk mengisi rubrik umpan balik ini dan memberikan masukan yang konstruktif yang disediakan pada **Tabel 14**.

Tabel 14. Rubrik Umpan Balik Isi Modul

No	Pokok Bahasan	Pertanyaan Umpan Balik	Jawaban Guru dan Tindak Lanjut
1	Klasifikasi Foraminifera Besar	Bisakah saudara mengkatagorikan foraminifera besar berdasarkan famili dan genusnya? (C2)	
2	Klasifikasi Foraminifera Kecil	Bisakah saudara mengkatagorikan foraminifera kecil berdasarkan famili dan genusnya? (C2)	

E. Latihan/Soal/Tugas

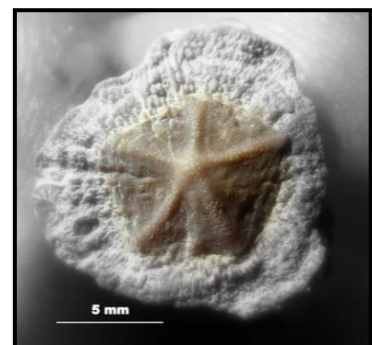
1. Soal Essey

- Apakah ciri-ciri dari jenis fosil pada gambar di samping dan sebutkan *genusnya*?
- Jelaskan 2 genus pada famili *Discocyclidae* ?
- Jelaskan salah satu genus pada famili *Miogpsinidae* ?
- Jelaskan ciri-ciri dari Family *Globigerinidae* ?
- Apakah kegunaan dari framinifera benthos?

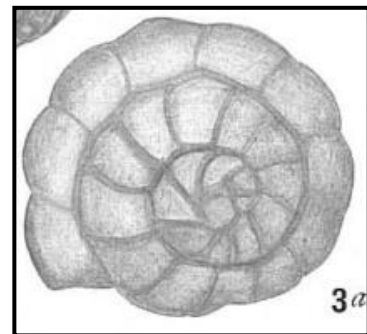


2. Soal Pilihan Ganda

- Apakah nama genus dari jenis binatang laut pada gambar disamping?
 - Asterocyclina*
 - Asslina*
 - Aktinocyclina*
 - Biplanispira*
- Apakah bentuk test foraminifera pada gambar disamping?
 - Radial
 - Fusiform
 - Conical
 - Discoidal



- c. Termaksud ke dalam family apakah Genus *Amondiscus* ?
- A. Lituolidae
 - B. Ammodiscidae
 - C. Ammobaculites
 - D. Rhizamminidae
- d. Manakah genus di bawah ini yang tidak hidup pada zaman kapur sampai sekarang?
- A. *Bolivina*
 - B. *Cibicides*
 - C. *Bathysiphon*
 - D. *Dentalina*
 - E.
- e. Apakah nama genus dari jenis binatang laut pada gambar disamping?
- A. *Rotalia*
 - B. *Nonion*
 - C. *Elphidium*
 - D. *Biplanispira*



F. Kunci Jawaban

1. Essey

- a. Ciri-ciri fosilnya yaitu:
 - 1) Kenampakan luar seperti lensa
 - 2) Umumnya licin
 - 3) Bentuk cangkang lentikuler
 - 4) Mempunyai lebih dari 4 putaran
 - 5) Kamar terputar secara *involute*
 - 6) Genus *Nummulites*
- b. Genus *Aktinocyclus* : Kenampakan luar bulat, tidak berbentuk bintang, di jumpai rusak – rusak yang memancar.

Genus *Asterocyclina* : Kenampakan luar seperti bintang polygonal, dijumpai rusak – rusak radier.

- c. Genus *Miogypsina* : Kenampakan luar terbentuk segitiga, lonjong hingga bulat, kadang seperti bintang/polygonal, permukaan papillate, sering di jumpai tongkak.
- d. Ciri-ciri dari Family *Globigerinidae*, yaitu:
 - 1) Mempunyai bentuk test spherical atau hemispherical
 - 2) Bentuk kamar globular.
 - 3) Susunan kamar trochospiral rendah atau tinggi.
 - 4) *Aperture* pada umumnya terbuka lebar dengan posisi yang terletak pada umbilicus dan juga pada suture.
- e. Foraminifera benthonik digunakan untuk indikator paleoecology dan bathymetri, karena sangat peka terhadap perubahan lingkungan pengendapan yang terjadi.

2. Pilihan Ganda

- a. A
- b. D
- c. B
- d. C
- e. A

VI. KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

A. Tujuan Pembelajaran

Modul ini disusun berdasarkan kompetensi profesional. Kompetensi tersebut dirangkum kedalam kompetensi inti, kompetensi guru dan indikator pencapaian kompetensi. Oleh karena itu penulisan pembelajaran 5 ini bertujuan untuk:

1. Memberikan pengetahuan tentang determinasi fosil mikro.
2. Memberikan pengetahuan kepada guru tentang susunan kamar di dalam pengklasifikasian foraminifera plankton.
3. Melakukan klasifikasi bentuk test dan kamar foraminifera
4. Memberikan pengetahuan tentang pengertian septa dan suture pada foraminifera.
5. Memberikan pengetahuan tentang ornamen atau hiasan foraminifera, komposisi test foraminifera.

B. Uraian Materi Pembelajaran

1. Determinasi Fosil Mikro

Determinasi merupakan tahap akhir dari pekerjaan mikropaleontologis di laboratorium, tetapi juga merupakan tahap awal dari pekerjaan penting selanjutnya, yaitu sintesis. Tujuan determinasi adalah menentukan nama *genus* dan spesies mikrofosil yang diamati, dengan mengobservasi semua sifat fisik dan kenampakan optik mikrofosil tersebut (Pringgoprawiro, 1984).

Metode determinasi fosil mikro, dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (Pringgoprawiro, 1984):

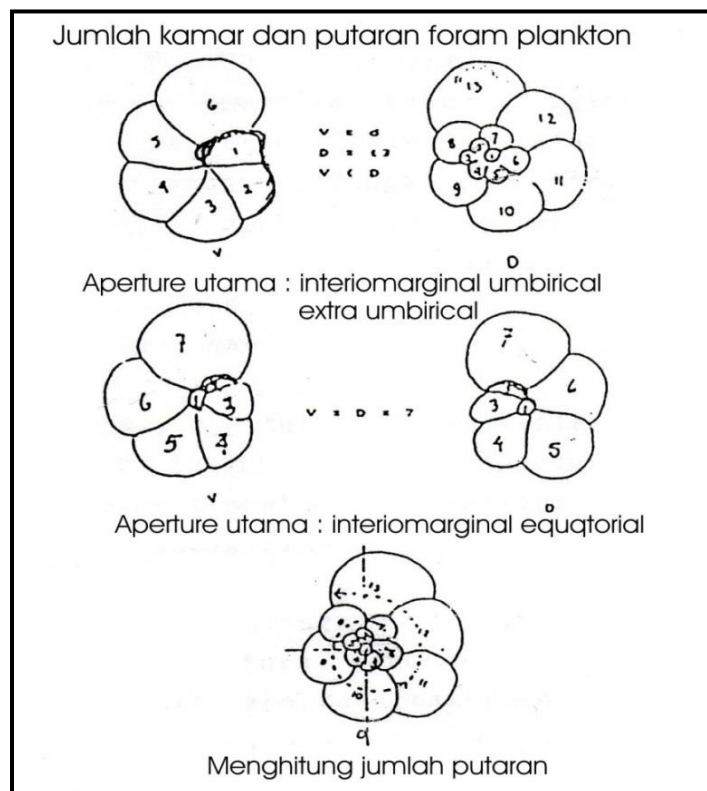
1. Membandingkan dengan koleksi fosil yang ada.
2. Menyamakan fosil, yang belum dikenal dengan gambar-gambar yang ada di literatur/publikasi.
3. Langsung mendeterminasi fosil yang belum dikenal tersebut dengan mempelajari ciri-ciri morfologinya .
4. Kombinasi *point* a,b dan c.
5. Morfologi fosil yang dideterminasi masing-masing fosil berbeda, karena hal ini tergantung dari jenis fosil dan karakteristik morfologi tubuh untuk fosil mikro.

2. Susunan kamar

a. Susunan Kamar Foraminifera Plankton

Susunan kamar foraminifera plankton dibagi menjadi 3, yaitu sebagai berikut (lihat **Gambar 53**) :

- 1) **Planispiral** yaitu sifatnya berputar pada satu bidang, semua kamar terlihat dan pandangan serta jumlah kamar ventral dan dorsal sama. Contoh: *Hastigerina*.
- 2) **Trochospiral** yaitu sifat berputar tidak pada satu bidang, tidak semua kamar terlihat, pandangan serta jumlah kamar ventral dan dorsal tidak sama. Contohnya : *Globigerina*.
- 3) **Streptospiral** yaitu sifat mula-mula trochospiral, kemudian planispiral menutupi sebagian atau seluruh kamar-kamar sebelumnya. Contoh: *Pulleniatina*.



Gambar 53. Susunan Kamar



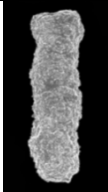
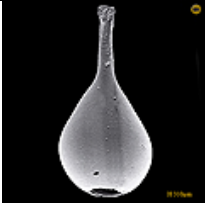
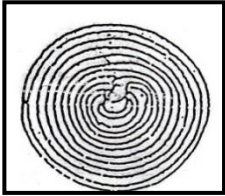

b. Susunan Kamar Foraminifera Benthos



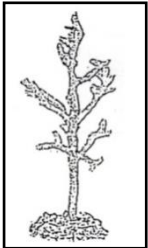
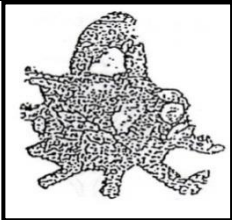
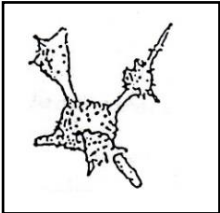

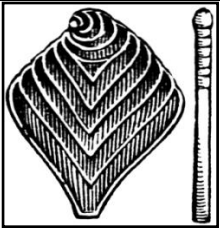
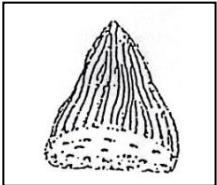
Susunan kamar foraminifera bentonik memiliki kemiripan dengan foraminifera planktonik, susunan kamar dan bentuknya dapat dibedakan menjadi :

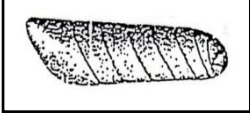

- 1) **Monothalamus**

Monothalamus yaitu susunan dan bentuk kamar-kamar akhir foraminifera yang hanya terdiri dari satu kamar. Macam-macam dari bentuk monothalamus, dapat dilihat pada **Tabel 15** berikut ini:

Tabel 15. Pembagian Bentuk Kamar Monothalamus

No	Bentuk Kamar	Gambar Fosil	Contoh	Keterangan
1	Globular atau Bola		<i>Saccammina</i>	Terdapat pada kebanyakan subfamily <i>saccaminidae</i>
2	Botol (<i>Flaskshaped</i>)		<i>Lagenella</i>	Terdapat pada kebanyakan subfamily <i>protonaninae</i>
3	Tabung (<i>Tabular</i>)		<i>Hyperammina</i> an <i>Bathysiphon</i>	Terdapat pada kebanyakan subfamily <i>Hyperminidae</i>
4	Kombinasi Botol dan Tabung		<i>Lagenella</i>	-
5	Cyclical	-	-	<i>Annular Chamber</i>
6	Planispiral pada awalnya kemudian terputar tak teratur		<i>Orthovertella</i> , <i>Psammaphis</i>	-
7	Planispiral kemudian lurus (<i>Uncoiling</i>)		<i>Rectocornuspira</i> a	-

8	Cabang (Bifurcating)		<i>Rhabdamina abyssorum</i>	-
9	Zig-zag		<i>Lenticulina sp</i>	-
10	Arburescent		<i>Dendrophyra crecta</i>	-
11	Radiate		<i>Astroshizalimi colasandhal</i>	-
12	Tak teratur (Irregular)		<i>Planorbuloide s reticnacula</i>	-
13	Setengah lingkaran (Hemispherical)		<i>Pyrgo murrhina</i>	-
14	Inverted v-shaped chamber (palmate)		<i>Flabellina rugosa</i>	-
15	Seperti kerucut		<i>Textularia cretoa</i>	-

16	Fusiform		<i>Vaginulina laguman</i>	-
17	Pyriform	-	<i>Elipsoglandulina velascoensis</i>	-
18	Semicircular		<i>Pavanina flabelliformis.</i>	-

2) Polythalamus





Polythalamus merupakan suatu susunan kamar dan bentuk akhir kamar foraminifera yang memiliki lebih dari satu kamar. Misalnya uniserial saja atau biserial saja. Macam-macam polythalamus antara lain :


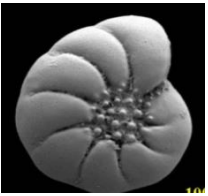
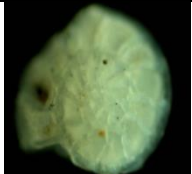
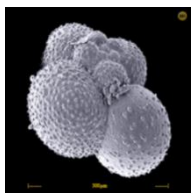
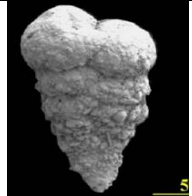

a) *Uniformed Test*

Uniformed terbagi menjadi 3 bagian yaitu sebagai berikut (lihat

Tabel 16):

Tabel 16. Pembagian Bentuk Kamar *Uniformed Test*

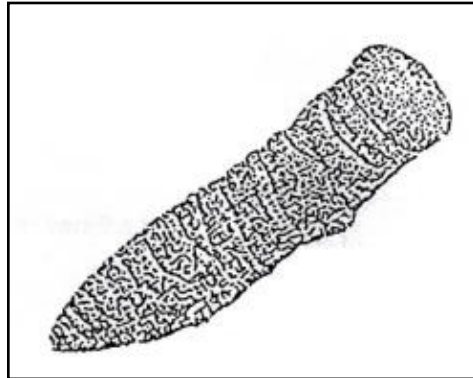
No	Jenis Uniformed	Bentuk Kamar	Gambar	Contoh	Keterangan
1	Uniserial	Rectilinear (linear punya leher)		<i>Siphonogeri na & Nodogerina</i>	Kamar-kamar bulat yang dipisahkan dengan stolonxy atau neck
		Linear tanpa leher		<i>Nodosaria</i>	Kamar tidak bulat dan satu sama lain tidak dipisahkan leher-leher
		<i>Equitant uniserial</i>		<i>Glandulina</i>	Tidak memiliki leher, kamarnya sangat berdekatan sehingga menutupi sebagian yang lain
		<i>Curvilinear / uniserial arcuate</i>		<i>Dentalina.</i>	uniserial tetapi sedikit melengkung dan suture membentuk sudut terhadap sumbu

					panjang
		Coiled (Cangkang yang terputar)	 <i>Involute</i>	<i>Elphidium</i>	Terputar dengan putaran akhir menutupi putaran yang sebelumnya, sehingga putaran akhir saja yang terlihat
			 <i>Nautiloid</i>	<i>Nonion</i>	Terputar dengan kamar-kamar dibagian umbilical (ventral) menumpang satu sama lain. Sehingga kelihatan kamar-kamarnya lebih besar dibagian peri-peri dibandingkan dibagian umbilicus.
			 <i>Rotaloid</i>	<i>Rotalia.</i>	Terputar tidak pada satu bidang dengan posisi pada dorsal seluruh putaran terlihat
			 <i>Helicoids</i>	<i>Globigerina</i>	Terputar meninggi dengan lingkarannya cepat menjadi besar. Terdapat pada subfamily Globigeriniidae (<i>Plankton</i>)
2	Biserial		 <i>Textularia</i>	<i>Textularia</i>	Tersusun oleh dua baris kamar yang terletak berselang-seling
3	Teriserial		 <i>Uvigerina & Bulmina</i>	<i>Uvigerina & Bulmina</i>	Tersusun oleh tiga baris kamar yang terletak berselang-seling

b) *Biformed Test*

Biformed merupakan dua macam susunan kamar yang sangat berbeda satu dengan yang lainnya dalam sebuah *test*, misalnya

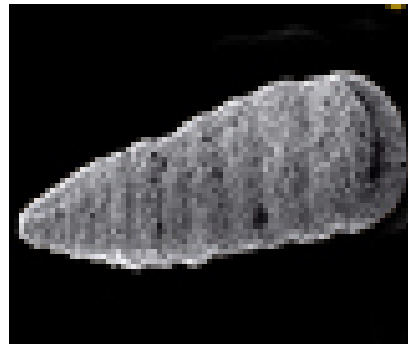
biserial pada awalnya kemudian menjadi uniserial pada akhirnya.
Contoh : *Bigerina* (lihat **Gambar 54**).



Gambar 54. *Bigerina*

c) *Triformed Test*

Triformed yaitu tiga bentuk susunan kamar dalam sebuah test misalnya permulan biserial kemudian berputar sedikit dan akhirnya menjadi uniserial. Contohnya: *Vulvulina* (lihat **Gambar 55**).



Gambar 55. *Vulvulina*


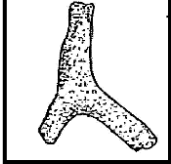
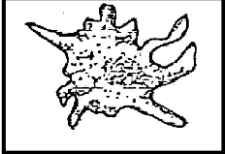
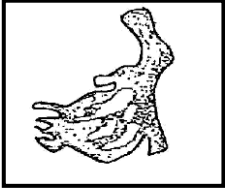



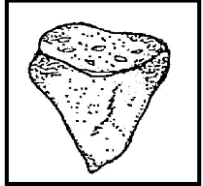
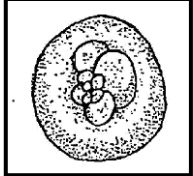
d) *Multiformed Test*

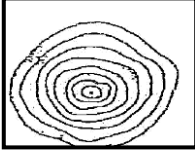
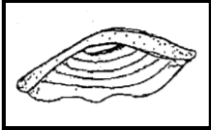
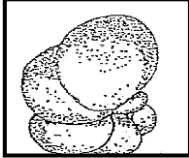
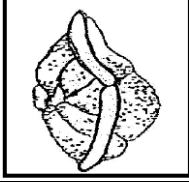
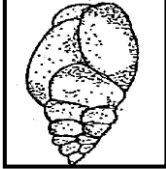
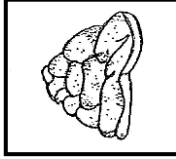
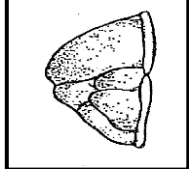
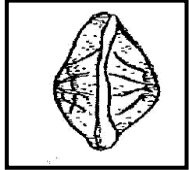
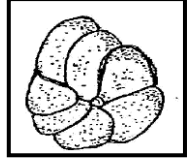
Multiformed merupakan dalam sebuah test lebih dari tiga susunan kamar, bentuk ini jarang ditemukan.

3. Bentuk Test dan Kamar Foraminifera

Bentuk test adalah bentuk keseluruhan dari cangkang foraminifera, sedangkan bentuk kamar merupakan bentuk masing-masing kamar pembentuk test. Macam-macam pembentuk test dapat dilihat pada **Tabel 17** berikut ini:

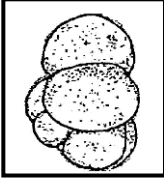
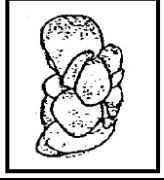




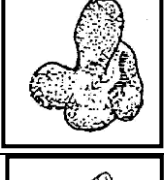
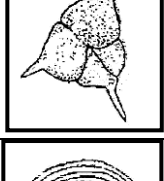

Tabel 17. Macam-Macam Bentuk Test Foraminifera

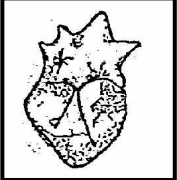


No	Bentuk Test	Gambar	Contoh
1	Tabular (berbentuk tabung)		<i>Bathyspiral rerufescens</i>
2	Bifurcating (bentuk cabang)		<i>Rhabdammina abyssorum</i>
3	Radiate (bentuk radial)		<i>Astrorizalimicola sandhal</i>
4	Arborescent (bentuk pohon)		<i>Dendrophrya crecta.</i>
5	Irregular (bentuk tak teratur)		<i>Planorbulinoides sp</i>
6	Hemispherical (bentuk setengah bola)		<i>Pyrgo murrhina.</i>
7	Zig-zag (bentuk berbelok-belok)		<i>Lenticulina</i>
8	Conical (bentuk kerucut)		<i>Textularilla cretos.</i>
9	Spherical (bentuk bola)		<i>Orbulina universa.</i>

10	Discoidal (bentuk cakram)		<i>Cycloloculina miocenica.</i>
11	Fusiform (bentuk gabungan)		<i>Vaginulina leguman.</i>
12	Biumbilicate (mempunyai dua umbilicus)		<i>Anomalinaella rostrata.</i>
13	Biconvex (bentuk cembung di kedua sisi)		<i>Robulus nayaroensis.</i>
14	Flaring (bentuk seperti obor)		<i>Goesella rotundata.</i>
15	Spiroconvex (bentuk cembung di sisi dorsal)		<i>Cibicides refulgens.</i>
16	Umbilicoconvex (bentuk cembung di sisi ventral)		<i>Pulvinulinella pacifica.</i>
17	Lenticular (bentuk lensa)		<i>Cassidulina laevigata.</i>
18	Biumbilicate		

Sedangkan macam-macam bentuk kamar foraminifera dapat dilihat pada **Tabel 18** berikut ini:

Tabel 18. Macam-Macam Bentuk Kamar Foraminifera

No	Bentuk Kamar	Gambar	Contoh
1	Globular		<i>Globigerina bulloides.</i>
2	Ovate		<i>Guttulina problema.</i>
3	Angular truncate		<i>Virgulina gunteri.</i>
4	Hemispherical		<i>Pulleniatina obliquiloculata.</i>
5	Angular rhomboid		<i>Globorotalia tumida.</i>
6	Radial elongate		<i>Clavulina insignis.</i>
7	Clavate		<i>Hastigerinella bermudezi.</i>
8	Tubulospinate		<i>Hantkeninaalabamensis.</i>
9	Cyclical		<i>Cycloloculina miocenica.</i>

10	Flatulose		<i>Pleurostamella clavata.</i>
11	Semicircular		<i>Pavonina flabelliformis.</i>
12	Tabular		<i>Bathyspiral rerufescens</i>




4. Septa dan Suture

Septa adalah bidang yang merupakan batas antara kamar satu dengan lainnya, biasanya terdapat lubang-lubang halus yang disebut foramen. Septa tidak dapat terlihat dari luar test, sedangkan yang tampak pada dinding luar test hanya berupa garis yang disebut suture.

Suture merupakan garis yang terlihat pada dinding luar test, merupakan perpotongan septa dengan dinding kamar. Suture penting dalam pengklasifikasian foraminifera karena beberapa spesies memiliki suture yang khas.

Macam-macam bentuk suture, terdapat pada **Tabel 19** berikut ini :

Tabel 19. Macam-Macam Bentuk Suture pada Foraminifera

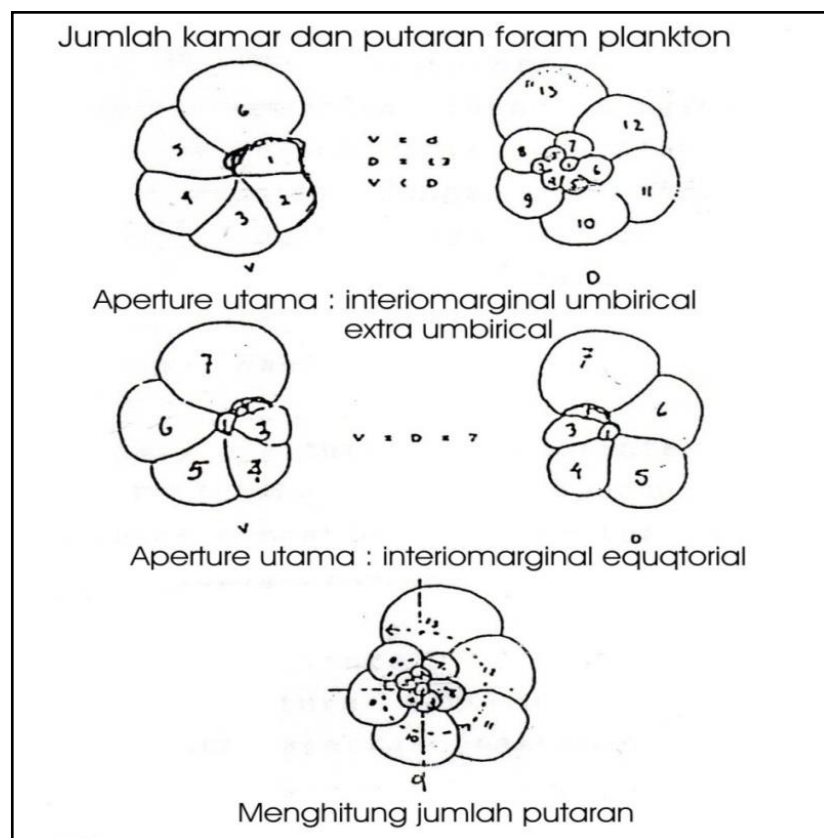
No	Bentuk Suture	Gambar	Contoh
1	Tertekan (melekuk), rata atau muncul dipermukaan test		<i>Chilostomella colina.</i>
2	Lurus, melengkung lemah, sedang atau kuat		<i>Orthomorphina challegeriana</i>
3	Suture yang mempunyai hiasan		<i>Elphidium incertum</i>

5. Jumlah Kamar dan Jumlah Putaran

Mengklasifikasikan foraminifera berdasarkan jumlah kamar dan jumlah putaran perlu diperhatikan. Karena spesies tertentu mempunyai jumlah kamar pada sisi ventral yang hampir pasti sedang dan pada bagian sisi dorsal akan berhubungan erat dengan jumlah putaran. Jumlah putaran yang banyak umumnya mempunyai jumlah kamar yang banyak pula, namun jumlah putaran itu juga jumlah kamarnya dalam satu spesies mempunyai kisaran yang hampir pasti.

Pada susunan kamar trochospiral jumlah putaran dapat diamati pada sisi dorsal, sedangkan pada planispiral jumlah putaran pada sisi ventral dan dorsal mempunyai kenampakan yang sama.

Cara menghitung putaran adalah dengan menentukan arah putaran dari cangkang. Kemudian menentukan urutan pertumbuhan kamar-kamarnya dan menarik garis pertolongan yang memotong kamar 1 dan 2 dan menarik garis tegak lurus yang melalui garis pertolongan pada kamar 1 dan 2 (lihat **Gambar 56**).



Gambar 56. Format Perhitungan Kamar Foraminifera

6. Aperture

a. Aperture Foraminifera Plankton

Aperture adalah lubang utama dari test foraminifera yang terletak pada kamar terakhir. Khusus foraminifera plankton mempunyai bentuk aperture maupun variasinya lebih sederhana. Umumnya mempunyai bentuk aperture

utama interiomarginal yang terletak pada dasar (tepi) kamar terakhir (*septal face*) dan melekok kedalam, terdapat pada bagian ventral (perut).

Macam-macam aperture yang dikenal pada foraminifera plankton :

1) *Primary aperture interiomarginal*, terdiri atas:

- a) *Primary aperture interiomarginal umbilical* adalah aperture utama interiomarginal yang terletak pada daerah umbilical atau pusat putaran. Contoh : *Globigerina*.
- b) *Primary aperture interiomarginal umbilical extra umbilical* yaitu aperture utama interiomarginal yang terletak pada daerah umbilicus melebar sampai peri-peri. Contohnya : *Globorotalia*.
- c) *Primary aperture interiomarginal equatorial* yaitu aperture utama interiomarginal yang terletak pada daerah equator, dengan cirri-ciri dari samping terlihat simetri dan hanya dijumpai pada susunan kamar planispiral. Equator merupakan batas putaran akhir dengan putaran sebelumnya pada peri-peri. Contohnya : *Hestigerina*.

2) *Secondary Aperture/Supplementary Aperture*

Secondary aperture/supplementary aperture merupakan lubang lain dari aperture utama dan lebih kecil atau lubang tambahan dari aperture utama. Contoh : *Globigerinoides*.

3) *Accessory aperture*

Accessory aperture yaitu aperture sekunder yang terletak pada struktur accessory atau aperture tambahan. Contohnya : *Catapsydrax*.

b. Aperture Foraminifera Benthos

Golongan benthos memiliki bentuk aperture yang bervariasi dan aperture itu sendiri merupakan bagian penting dari test foraminifera, karena merupakan lubang yang protoplasma organisme tersebut bergerak keluar dan masuk (lihat **Tabel 20**). Macam-macam aperture foraminifera benthos antara lain :

1) *Simple Aperture*, terdiri atas:

- a) *Open end of tube/at end of tabular chamber*.
- b) *At base of aperture face*.
- c) *In middle apertural face*.
- d) *Aperture* yang bulat dan sederhana.
- e) *Aperture Virgulina/Loop shaped/comma shaped*.
- f) *With neck and phialine lip*.
- g) *Aperture Phyaline*

- h) *Entosolenia tube*.
- i) *Aperture slit like*
- j) *Lateral/Hooded, Subterminal*.
- k) *Cruciform*.
- l) *Aperture Crescentic*

2) Apertural Teeth, terdiri atas:

- a) *Sangle/With single tooth*.
- b) *Apertural flap/with valvular tooth*.
- c) *Pleurostomelline bifid /bifid tooth*.
- d) *Umbilical teeth*.
- e) *Modified tooth*.
- f) *Lateral flanges* .

3) Supplementary Aperture, terdiri atas:

- a) *Sangle/With single tooth*.
- b) *Apertural flap/with valvular tooth*.
- c) *Pleurostomelline bifid /bifid tooth*.
- d) *Umbilical teeth*.
- e) *Modified tooth*.
- f) *Lateral flanges* .
- g) *Dendritik*.
- h) *Apertur yang memancar (radiate)*
- i) *Radiate with apertural chamberlet*.
- j) *Median and peripheral/peripheral and areal*.

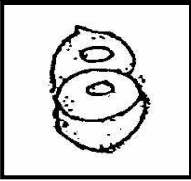
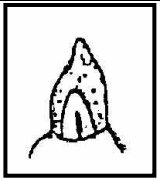
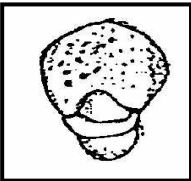
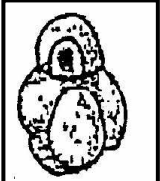

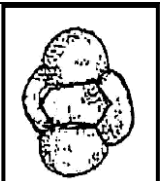
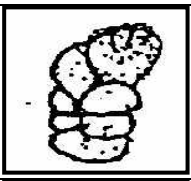
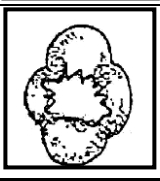
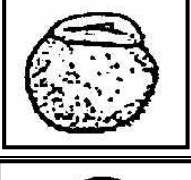
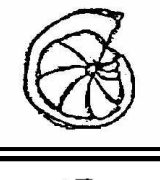
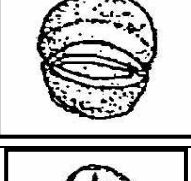
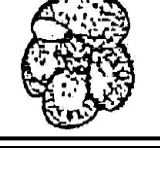
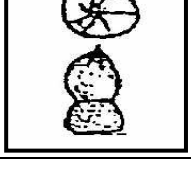
4) Multiple Aperture, terdiri atas:

- a) *Multiple sutural*, aperture yang terdiri dari banyak, lubang, terletak di sepanjang suture.
- b) *Multiple equatorial, Interiomarginal at base of apertural face*.
- c) *Aperture cribrate/areal, cribrate/inapertural face cribrate*.
- d) *At base and in apertural face/areal multiple*.
- e) *Terminal*.
- f) *Areal supplementary*.
- g) *Sutural and umbilical canal openings*

5) Primary Aperture, terdiri atas:

- a) *Umbilical*.
- b) *Interiomarginal/umbilical extra umbilical/ simple aperture lip / ventral and peripheral*.
- c) *Spilo umbilical/interiomarginal equatorial*

Tabel 20. Macam-Macam Bentuk Apature Foraminifera

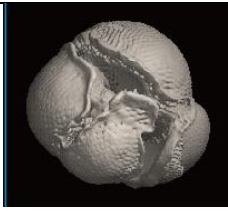
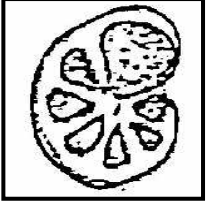
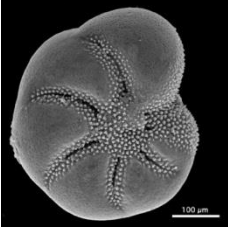
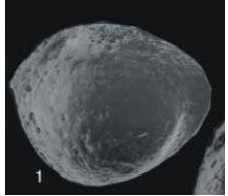
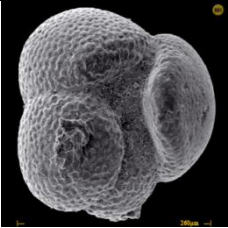

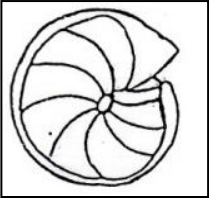
No	Bentuk Apature	Gambar	No	Bentuk Apature	Gambar
1	Bundar		8	Tooth	
2	Cribate		9	Lip/Rim	
3	Phyaline		10	Bulla	
4	Crescentic		11	Tegilla	
5	Slitlike		12	Umbilical	
6	Multiple		13	Flape	
7	Radiate				






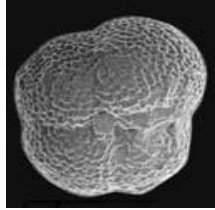


7. Ornamen (Hiasan) Foraminifera


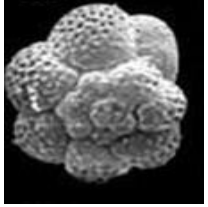
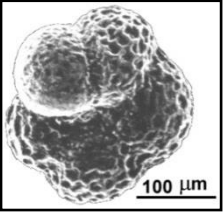
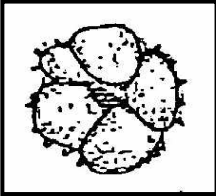
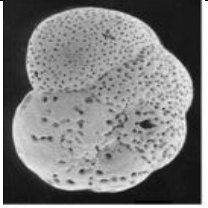
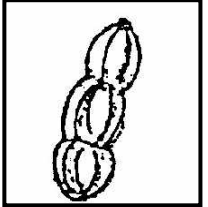

Ornamen atau hiasan juga dapat dipakai sebagai penciri khas untuk genus atau spesies tertentu, contohnya pada genus *Globoquadina* yang memiliki hiasan pada aperture yaitu flap.

Hiasan foraminifera berdasarkan letak hiasannya dibagi mejadi 5 bagian yaitu (lihat **Tabel 21**):

Tabel 21. Macam Bentuk Hiasan Foraminifera Berdasarkan Letak Hiasannya

No	Letak Hiasan	Bentuk Hiasan	Gambar	Contoh
1	Pada Suture	Suture bridge (bentuk suture yang menyerupai jembatan)		<i>Sphaeroidinella dehiscentis</i>
		Suture limbate (bentuk suture yang tebal)		<i>Globotruncana angusticarinata</i>
		Retral processes (bentuk suture zig-zag)		<i>Elphidium incertum</i>
		Raised bosses (bentuk suture benjol-benjol)		<i>Globotruncana calcarat</i>
2	Pada Umbilicus	Deeply umbilicus (umbilicus yang berlubang dalam)		<i>Globoquadrina dehiscentis</i>
		Open umbilicus (umbilicus yang terbuka lebar)		<i>Sphaeroidinella dehiscentis.</i>
		Umbilical flap (umbilicus yang mempunyai penutup)		<i>Robulus sp.</i>

		Ventral umbo (umbilicus yang menonjol di permukaan)		<i>Cibicides.</i>
3	Pada Peri-Peri	Keel (lapisan tipis dan bening)		<i>Globorotalia menardi</i>
		Spine (bentuk menyerupai duru)		<i>Hantkenina alabamensis.</i>
4	Pada Aperture	Lip/rim (bibir aperture yang menebal)		<i>Globogerina nepenthes.</i>
		Flap (bentuk menyerupai anak lidah)		<i>Globoquadrina dehiscens.</i>
		Tooth (bentuk menyerupai gigi)		<i>Globorotalia nana.</i>
		Bulla (bentuk segi enam yang teratur)		<i>Catapydrax dissimilis</i>
		Tegilla (bentuk yang tak teratur)		<i>Catapsydrax stainforty.</i>

5	Pada Permukaan Test	Smooth (permukaan yang licin)		<i>Pulleniatina primalis.</i>
		Punctate (permukaan bintik-bintik)		<i>Orbulina bilobata</i>
		Reticulate (permukaan seperti sarang madu)		<i>Hedbergelina washitensis.</i>
		Pustulose (permukaan dengan tonjolan-tonjolan bulat)		<i>Rugoglobigerina rotundata.</i>
		Canceliate (permukaan dengan tonjolan yang memanjang)		<i>Rugoglobigerina rugosa.</i>
		Axial costae (permukaan dengan garis searah sumbu)		<i>Amphicoryna separans.</i>
		Spiral costae (permukaan dengan garis searah putaran kamar)		<i>Lenticulina costata.</i>

8. Komposisi Test Foraminifera

Berdasarkan komposisinya test foraminifera dikelompokkan menjadi empat, yaitu sebagai berikut:

a. Dinding Chitin/Tektin

Dinding tersebut terbuat dari zat tanduk yang disebut chitin, namun foraminifera dengan dinding seperti ini jarang dijumpai sebagai fosil. Foraminifera yang mempunyai dinding chitin, antara lain :

- a) Golongan allogromidae
- b) Golongan miliolidae
- c) Golongan lituolidae
- d) Beberapa golongan Astroizidae

Ciri-ciri dinding chitin adalah fleksibel, transparan, berwarna kekuningan dan imperforate.

b. Dinding Arenaceous dan Agglutinous

Dinding arenaceous dan agglutinin terbuat dari zat atau material asing disekelilingnya kemudian direkatkan satu sama lain dengan zat perekat oleh organisme tersebut. Pada dinding arenaceous materialnya diambil dari butir-butir pasir saja, sedangkan agglutinin materialnya diambil dari butir-butir pasir, sayatan-sayatan mika, spone specule, fragmen-fragmen foraminifera lainnya dan lumpur. Zat perekatnya bisa chitin, oksida besi, silica dan gampingan. Zat perekat gampingan adalah cirri khas dari foraminifera yang hidup di perairan tropis, sedangkan zat perekat silica khas untuk foraminifera yang hidup di perairan dingin. Contoh :

- 1) Dinding agglutinous : *Ammobaculites agglutinous*
- 2) Dinding Arenaceous : *Psammosphaera*

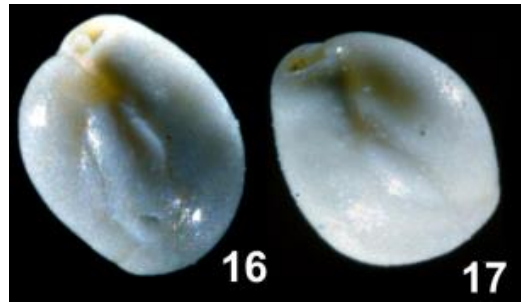
c. Dinding Siliceous

Beberapa ahli (Brady, Hubler, Chusman, Jones) berpendapat bahwa dinding silicon dihasilkan oleh organisme itu sendiri. Menurut Glessner dinding silicon berasal dari zat primer (organisme itu sendiri) maupun zat sekunder. Tipe dinding ini jarang ditemukan, hanya dijumpai pada beberapa golongan Ammodiscidae dan beberapa spesies dari Miliolidae.

d. Dinding Calcareous/Gampingan

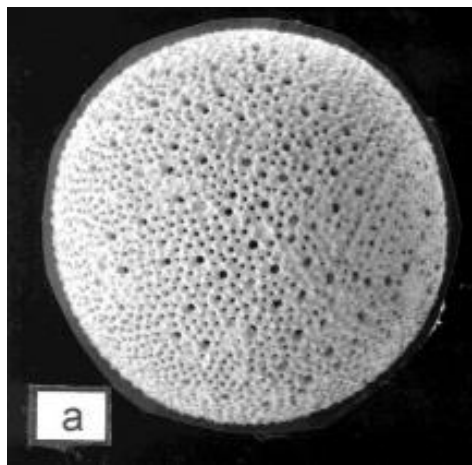
Dinding yang terbuat dari zat gampingan dijumpai pada sebagian besar foraminifera. Dinding gampingan dapat dikelompokkan menjadi :

- a) **Gampingan porselen** : adalah dinding gampingan yang tidak berpori, mempunyai kenampakan seperti pada porselen, bila kena sinar berwarna putih opaque. Contohnya *Quinqueloculina*, *Pyrgo* (lihat **Gambar 57**)



Gambar 57. *Quingueloculina*

- b) **Gamping granular** : adalah dinding yang terbuat dari Kristal-kristal kalsit yang granular, pada sayatan tipis terlihat gelap. Contohnya *Endothyra*.
- c) **Gamping kompleks** : dinding yang dijumpai berlapis, kadang-kadang terdiri dari satu lapis yang homogen, kadang terdiri dari dua bahkan empat lapis. Terdapat pada golongan Fussulinidate.
- d) **Gamping hyaline** : terdiri dari zat-zat gamping yang trasparan dan berpori. Kebanyakan dari foraminifera plankton yang mempunyai dinding seperti ini. Contohnya: *Orbulina* (lihat **Gambar 58**).



Gambar 58. *Orbulina*

9. Rangkuman

- a. Tujuan determinasi adalah menentukan nama *genus* dan spesies mikrofosil yang diamati, dengan mengobservasi semua sifat fisik dan kenampakan optik mikrofosil tersebut.
- b. Hal-hal yang perlu diamati pada saat proses determinasi di laboratorium dengan bantuan mikroskop, yaitu jenis fosil (planton/bentos), susunan kamar, bentuk kamar, *suture*, jumlah kamar, jumlah putaran kamar, *aperture*, hiasan, komposisi dan nama fosil.

C. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai kompetensi profesional ini adalah:

1. Mengamati

Peserta didik diharapkan mengamati pengajar (guru) pada saat proses belajar mengajar untuk materi determinasi fosil mikro.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang landasan teori mengenai determinasi fosil mikro.

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang berhubungan dengan materi determinasi fosil mikro dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan materi tersebut.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data yang berhubungan dengan materi determinasi fosil mikro dan mengkaitkan fungsinya ke dalam ilmu geologi, untuk selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks, sehingga tidak ada materi pembelajaran yang terlewatkan.

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang determinasi fosil mikro dalam proses belajar mengajar secara lisan oleh pengajar ke peserta didik.

D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk mendapatkan umpan balik setelah mempelajari modul pembelajaran 5 ini, guru-guru diminta untuk mengisi rubrik umpan balik ini dan memberikan masukan yang konstruktif yang disediakan pada **Tabel 22**.

Tabel 22. Rubrik Umpan Balik Isi Modul

No	Pokok Bahasan	Pertanyaan Umpan Balik	Jawaban Guru dan Tindak Lanjut
1	Susunan Kamar Foraminifera	Bisakah saudara menentukan susunan kamar dari gambar/contoh foraminifera (P5)	
2	Bentuk Test dan Kamar Foraminifera	Bisakah saudara menentukan bentuk test dan kamar dari gambar/contoh foraminifera (P5)	

3	Suture Foraminifera	Bisakah saudara menentukan suture dari gambar/contoh foraminifera (P5)	
4	Jumlah Kamar dan Jumlah Putaran	Bisakah saudara menghitung Jumlah kamar dan jumlah putaran dari gambar/contoh foraminifera (C2)	
5	Aperture Foraminifera	Bisakah saudara menentukan aperture dari gambar/contoh foraminifera (P5)	
6	Ornamen (Hiasan) Foraminifera	Bisakah saudara menentukan hiasan dari gambar/contoh foraminifera (P5)	
7	Komposisi Test Foraminifera	Bisakah saudara menentukan komposisi test dari gambar/contoh foraminifera (P5)	

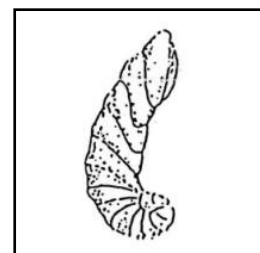
E. Latihan/Soal/Tugas

1. Soal Essey

- Jelaskan 3 metode determinasi yang dapat dilakukan untuk mendeterminasi fosil mikro?
- Jelaskan pembagian susunan kamar foraminifera plankton ?
- Gambarkan 5 bentuk test pada faraminifera kecil dan sebutkan nama bentuk testnya?
- Bagaimanakah cara menghitung jumlah putaran?
- Gambarkan 5 bentuk apature pada faraminifera kecil dan sebutkan nama bentuk apaturenya?

2. Pilihan Ganda

- Sifat berputar tidak pada satu bidang, tidak semua kamar terlihat, pandangan serta jumlah kamar ventral dan dorsal tidak sama. Termaksud ke dalam kategori apakah susunan kamar tersebut?
 - Planispiral
 - Streptospiral
 - Monothalamus
 - Trochospiral
- Apakah nama bentuk kamar untuk foraminifera pada gambar disamping?
 - Planispiral*
 - Uncoiling*

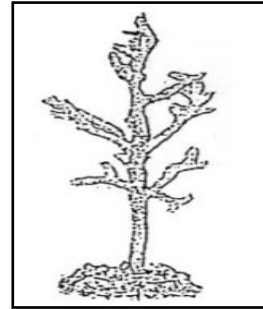


C. *Bifurcating*

D. *Flarkashaped*

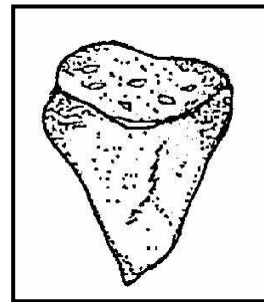
- c. Apakah nama bentuk kamar untuk foraminifera pada gambar disamping?

A. *Planispiral*
B. *Radiate*
C. *Arburescent*
D. *Irregular*



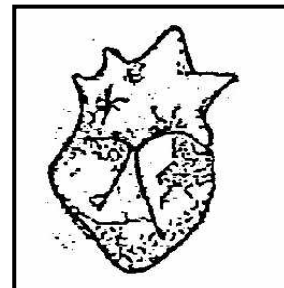
- d. Apakah nama bentuk test untuk foraminifera pada gambar disamping?

A. Spherical
B. Conical
C. Biconvex
D. Flaring



- e. Apakah nama bentuk kamar untuk foraminifera pada gambar disamping?

A. Hemispherical
B. Rhomboid
C. Radial elongate
D. Flatulose



F. Kunci Jawaban

1. Essey

- a. 3 metode determinasi :

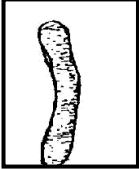
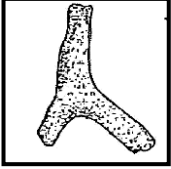


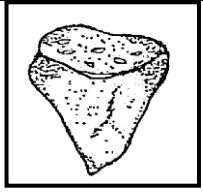
- 1) Membandingkan dengan koleksi fosil yang ada.
- 2) Menyamakan fosil, yang belum dikenal dengan gambar-gambar yang ada di literatur/publikasi.
- 3) Langsung mendeterminasi fosil yang belum dikenal tersebut dengan mempelajari ciri-ciri morfologinya .

- b. Pembagian susunan kamar foraminifera plankton:

- 1) Planispiral yaitu sifatnya berputar pada satu bidang, semua kamar terlihat dan pandangan serta jumlah kamar ventral dan dorsal sama.

- 2) Trochospiral yaitu sifat berputar tidak pada satu bidang, tidak semua kamar terlihat, pandangan serta jumlah kamar ventral dan dorsal tidak sama.
- 3) Streptospiral yaitu sifat mula-mula trochospiral, kemudian planispiral menutupi sebagian atau seluruh kamar-kamar sebelumnya.

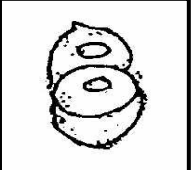
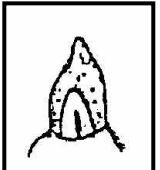
c. 5 bentuk test pada foraminifera kecil

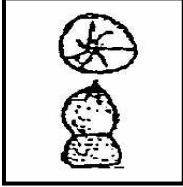
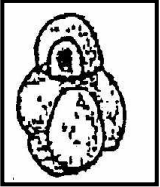
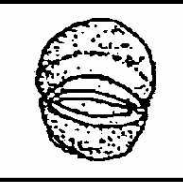
No	Bentuk Test	Gambar
1	Tabular (berbentuk tabung)	
2	Bifurcating (bentuk cabang)	
3	Hemispherical (bentuk setengah bola)	
4	Zig-zag (bentuk berbelok-belok)	
5	Conical (bentuk kerucut)	

d. Cara menghitung jumlah putaran:

- 1) Dengan menentukan arah putaran dari cangkang
- 2) Kemudian menentukan urutan pertumbuhan kamar-kamarnya
- 3) Menarik garis pertolongan yang memotong kamar 1 dan 2
- 4) Menarik garis tegak lurus yang melalui garis pertolongan pada kamar 1 dan 2

e. 5 bentuk aperture pada foraminifera kecil

No	Bentuk Aperture	Gambar	No	Bentuk Aperture	Gambar
1	Bundar		4	Tooth	

2	Radiate		5	Lip/Rim	
3	Multiple				

2. Pilihan Ganda

- D
- B
- C
- B
- D

VII. KEGIATAN PEMBELAJARAN 6

A. Tujuan Pembelajaran

Modul ini disusun berdasarkan kompetensi profesional. Kompetensi tersebut dirangkum kedalam kompetensi inti, kompetensi guru dan indikator pencapaian kompetensi. Oleh karena itu penulisan pembelajaran 6 ini bertujuan untuk:

1. Memberikan pengetahuan tentang pengertian dan tujuan keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Memberikan pengetahuan kepada guru apa saja syarat-syarat keselamatan dan kesehatan kerja.
3. Memberikan pengetahuan tentang kondisi lingkungan fisik atau mekanis yang tidak aman.
4. Memberikan pengetahuan tentang bagaimana melakukan upaya keselamatan dan kesehatan kerja.
5. Menjelaskan bagaimana program umum K3 waktu bekerja dengan mesin.
- 6.

B. Uraian Materi Pembelajaran

1. Pengertian Keselamatan Kerja

Ada beberapa pengertian yang terkait dengan keselamatan kerja, yaitu sebagai berikut:

- a. **Safe** adalah aman atau selamat.
- b. **Safety** menurut kamus adalah mutu suatu keadaan aman atau kebebasan dari bahaya dan kecelakaan.
- c. **Keselamatan kerja atau safety** adalah suatu usaha untuk menciptakan keadaan lingkungan kerja yang aman bebas dari kecelakaan
- d. **Kecelakaan** adalah suatu kejadian atau peristiwa yang tidak diinginkan atau tidak disengaja serta tiba-tiba dan menimbulkan kerugian, baik harta maupun jiwa manusia.
- e. **Kecelakaan kerja** adalah kecelakaan yang terjadi dalam hubungan kerja atau sedang melakukan pekerjaan disuatu tempat kerja.

Keselamatan kerja adalah menjamin keadaan, keutuhan dan kesempurnaan, baik jasmaniah maupun rohaniah manusia serta hasil karya dan budayanya tertuju pada kesejahteraan masyarakat pada umumnya dan manusia pada khususnya.

2. Tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Dari pemahaman diatas sasaran keselamatan kerja adalah:

- a. Mencegah terjadinya kecelakaan kerja.
- b. Mencegah timbulnya penyakit akibat suatu pekerjaan.
- c. Mencegah/ mengurangi kematian.
- d. Mencegah/mengurangi cacat tetap.
- e. Mengamankan material, konstruksi, pemakaian, pemeliharaan bangunan, alat-alat kerja, mesin-mesin, instalasi dan lain sebagainya.
- f. Meningkatkan produktivitas kerja tanpa memeras tenaga kerja dan menjamin kehidupan produktifnya.
- g. Mencegah pemborosan tenaga kerja, modal, alat dan sumber- sumber produksi lainnya.
- h. Menjamin tempat kerja yang sehat, bersih, nyaman dan aman sehingga dapat menimbulkan kegembiraan semangat kerja.
- i. Memperlancar, meningkatkan dan mengamankan produksi industri serta pembangunan

Dari sasaran tersebut maka keselamatan kerja ditujukan bagi:

- a. Manusia (pekerja dan masyarakat)
- b. Benda (alat, mesin, bangunan dll)
- c. Lingkungan (air, udara, cahaya, tanah, hewan dan tumbuh- tumbuhan).

3. Syarat-syarat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Menurut Undang-undang Nomor 1 tahun 1970 pasal 3 syarat- syarat keselamatan kerja ayat 1 bahwa dengan peraturan perundang-undangan ditetapkan syarat-syarat keselamatan kerja untuk:

- a. Mencegah dan mengurangi kecelakaan
- b. Mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran
- c. Mencegah dan mengurangi bahaya peledakan
- d. Memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian lain yang berbahaya
- e. Memberi pertolongan pada kecelakaan
- f. Memberi alat perlindungan diri kepada para pekerja
- g. Mencegah dan mengendalikan timbulnya atau menyebar luasnya suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara dan gelora.
- h. Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja, baik fisik maupun psikis, keracunan, infeksi dan penularan.
- i. Memperoleh penerangan yang cukup dan sesuai.

- j. Memelihara kebersihan, keselamatan dan ketertiban.
- k. Memperoleh keserasian antara tenaga kerja dan alat kerja.
- l. Mengamankan dan memperlancar pengangkutan orang-orang, binatang, tanaman atau barang.
- m. Mengamankan dan memelihara segala jenis bangunan.
- n. Mengamankan dan memperlancar pekerjaan bongkar muat, perlakuan dan penyimpanan barang.
- o. Mencegah terkena aliran listrik yang berbahaya.
- p. Menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakaannya menjadi bertambah tinggi.

4. Tindakan/ Perbuatan Manusia

Kecelakaan dan gangguan kesehatan dapat terjadi karena akibat tindakan/perbuatan manusia. Tindakan/ perbuatan manusia yang kurang/ tidak aman seperti keterbatasan aspek : anatomi faal, psikologi, keterampilan dan pengetahuan, diklasifikasikan menjadi :

a. Kondisi fisik sehubungan dengan :

- 1) Kurang penglihatan
- 2) Kurang pendengaran
- 3) Otot-otot lemah
- 4) Jantung, paru-paru lemah
- 5) Badan lemah

b. Kondisi mental sehubungan dengan :

- 1) Reaksi mental yang lemah
- 2) Emosi lemah

c. Sikap sehubungan dengan :

- 1) Kurang perhatian
- 2) Kurang minat
- 3) Malas
- 4) Sombong
- 5) Senda gurau
- 6) Melakukan pekerjaan tanpa wewenang
- 7) Menjalankan peralatan di luar batas aman
- 8) Tidak menggunakan peralatan pengaman

d. Faktor lain sehubungan dengan ;

- 1) Alat keselamatan tidak kerja

- 2) Peralatan yang tidak aman (sehubungan dengan perawatan dan perbaikan)
- 3) Sikap/ posisi tubuh tidak aman
- 4) Sistem pengangkutan dan penyimpanan tidak aman

5. Kondisi Lingkungan Fisik/ Mekanis yang Tidak Aman

a. Kesalahan lingkungan tempat kerja (susunan tata ruang) yang membahayakan sehubungan dengan :

- 1) Penyusunan dan penyimpanan yang membahayakan
- 2) Ruang kerja terlalu sesak (sehubungan dengan tata letak)
- 3) Proses yang membahayakan
- 4) Beban yang berlebihan
- 5) Lingkungan kerja yang kotor/ jorok
- 6) Pembuangan kotoran/ limbah

b. Perlengkapan dan material yang membahayakan, sehubungan dengan:

- 1) Material yang kasar dan sisi/ ujung yang tajam.
- 2) Lantai yang licin.
- 3) Bentuk dan konstruksi perlengkapan yang kurang sempurna.
- 4) Bahan yang kurang kuat.
- 5) Bagian yang menjadi lemah karena berat dan korosi.

c. Pengaturan udara, sehubungan dengan :

- 1) Penggantian udara yang tidak sempurna sehingga udara kotor, berdebu, bau, kandungan CO₂, uap air berlebihan.
- 2) Suhu yang berlebihan.
- 3) Pengaturan dan proses produksi.

d. Penerangan, sehubungan dengan :

- 1) Penempatan sumber cahaya yang tidak tepat.
- 2) Sumber cahaya yang tidak tepat.
- 3) Kekurangan cahaya.

e. Pemakaian peralatan/ mesin, sehubungan dengan :

- 1) Bagian peralatan, mesin yang berputar tidak ada pengaman.
- 2) Pengaman tidak sempurna.
- 3) Pengaturan/ pemasangan kembali tidak sempurna.

f. Penggunaan bahan, sehubungan dengan :

- 1) Bahan yang dapat merusak organ tubuh manusia dalam jangka waktu cepat ataupun pelan-pelan.

- 2) Bahan kimia yang beracun.

g. Penggunaan warna (cat) sehubungan dengan :

- 1) Batas antara permesinan dan jalan.
- 2) Ketidaktepatan pemberian warna.

6. Upaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja

a. Tempat/ ruang kerja harus dijaga dan dirawat agar :

1) Tetap bersih dan sehat :

- a) Pekerja mempunyai perasaan senang bekerja.
- b) Dapat meningkatkan semangat dan kemauan pekerja.
- c) Dapat menimbulkan sikap inovatif dan kreatif.

2) Aman :

- a) Terhadap gangguan dari luar, dapat dipelihara dengan penjaga, jendela dan pintu yang baik
- b) Siswa dengan leluasa keluar bila terjadi kebakaran, gempa, dll
- c) Konstruksi pintu di buat :
 - (1) Lebar 90 cm dan tinggi 2 m (minimal)
 - (2) Di buka keluar dengan tingi pegangan 75 cm – 110 cm
 - (3) Antar ruang dan berdekatan dengan pintu keluar.
- d) Konstruksi tangga di buat :
 - (1) Bersudut 30°
 - (2) Kedalaman minimum 29 cm dan ketinggian maksimum 17 cm
 - (3) Dibagian ujung dipasang anti slip lebar 2,5 cm dalam setiap anak tangga
- e) Konstruksi jalan menanjak dibuat :
 - (1) Dengan sudut 10 derajat
 - (2) Halus dan tidak licin

3) Penerangan yang baik yaitu dapat :

- a) Mengurangi ketegangan otot mata
- b) Memudahkan penglihatan dan mengusahakan kebersihan
- c) Meningkatkan ketelitian
- d) Meningkatkan semangat dan kegairahan kerja
- e) Menggunakan luas lantai secara efisien
- f) Mengurangi kecelakaan

Untuk mendapatkan penerangan yang baik dari matahari disarankan antara lain :

- a) Konstruksi jendela yang memungkinkan sinar masuk merata yaitu langit yang dapat terlihat oleh orang yang duduk dekat jendela dengan pemasangan penahan sinar yang masuk (tirai)
- b) Luas jendela dibuat 20%-50% luas lantai (dapat 20% bila jendela menghadap ke lapangan)
- c) Ambang bawah jendela sama tinggi meja siswa (1,20 m) (d) Ambang atas jendela paling rendah 30 cm dan langit-langit (yang baik adalah 15 cm)
- d) Jarak antara 2 jendela dan/ atau jarak antara jendela dengan dinding bagian depan/ belakang paling besar 1,5 m
- e) Tinggi langit-langit 3,25 m – 3,75 m
- f) Ruangan dengan lebar > 6,50 m diperlukan jendela berkaca, penerangan tambahan serendah-rendahnya 1,20 (sebaiknya 2,00m)
- g) Ruang dengan lebar > 8,40 m diperlukan penerangan buatan (lampu listrik)

4) Suhu, kelembaban dan kebersihan udara dapat diatur :

- a) Ruang belajar/ bekerja dapat menerima cukup sinar matahari sehingga tidak lembab dan mendapat ventilasi yang cukup.
- b) Dipasang Air Conditioner (AC) di ruangan agar udara sejuk dapat menimbulkan suasana nyaman dan kegembiraan kerja.
- c) Diberi Ventilasi yang baik agar udara dapat berganti secara terus menerus.

Ventilasi diusahakan dibuat misalnya:

(1) Luas lubang 6%- 10% x luas lantai (tergantung kecepatan aliran udara)

(2) Pertukaran udara orang merokok : $30M^3/\text{jam/orang}$

Untuk memperoleh layanan kerja diatur :

(1) Udara : 10 s/d 15 $M^3/1 M^3$ luas ruang kerja

(2) Jarak antara cepat kerja : 3 meter

5) Pengaturan warna yang baik

Warna dapat mempengaruhi terhadap efek psikologi di antaranya :

a) Perasaan :

(1) Merah, orange, kuning : perasaan panas

(2) Biru, hijau : perasaan dingin

b) Penerangan :

(1) Putih : menimbulkan cahaya 80%

(2) Hijau : menimbulkan cahaya 20%

(3) Abu-abu : menimbulkan cahaya 10%

c) Dorongan bertindak :

(1) Merah : mengadakan aksi

(2) Orange, kuning : menjadi riang

(3) Biru hitam : menentang

7. Program Umum K3 (Keamanan, Kesehatan dan Kebersihan)

Program umum biasanya berlaku dilingkungan kerja tercakup pada berbagai penjelsan mulai dari pakaian kebiasaan pekerja, pengaturan di bengkel, peralatan tanda-tanda K3, mesin yang bergerak, kebersihan/ kerapihan dan lain-lain.

a. Pakaian Kerja

Yang dimaksud dengan pakaian kerja disini ialah meliputi penutup badan dan anggota badan atau perlengkapan yang digunakan untuk tujuan keselamatan dan kesehatan saat bekerja

Hal-hal yang berhubungan dengan pelindung badan adalah sebagai berikut :

- 1) Janganlah memakai jas, pakaian longgar didaerah mesin yang bergerak
- 2) Pakaian kerja yang tidak banyak lipatan, tetapi harus dikancing dengan baik dan tidak memakai dasi
- 3) Pada daerah khusus (mesin bergerak) tidak memakai cincin, jam tangan atau barang perhiasan
- 4) Gunakan perlengkapan pengaman kaki yang layak
- 5) Bila berambut panjnag sebaiknya dibalut dengan net pengaman atau dipangkas pendek.

b. Kebiasaan Pekerja

- 1) Menggunakan perlengkapan K3 seperti kacamata pengaman (goggle), topi, penutup mulut dan lain-lain pada bidang pekerjaan yang relevan
- 2) Laporkan ke dokter/ petugas kesehatan bila mersakan kurang sehat badan
- 3) Gunakan sapu tangan menutup bila batuk atau bersih

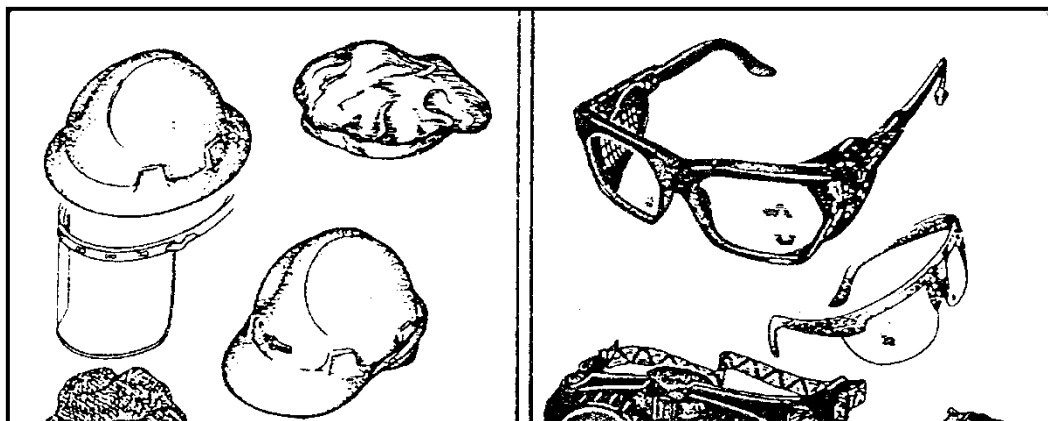
- 4) Cucilah tangan sebelum makan

c. Pengaturan Bengkel

- 1) Hati-hati saat mengangkat, memindahkan alat dan barang
- 2) Tidak perlu berlari dibengkel
- 3) Hindari mengacau karyawan yang sedang bekerja
- 4) Tidak melempar alat-alat atau perlengkapan
- 5) Tidak boleh bergurau di bengkel

d. Peralatan dan Perlengkapan

- 1) Semua peralatan tangan dan mesin harus siap pakai, alat yang rusak, tumpul dapat membahayakan
- 2) Perbaikilah pegangan yang rusak/ patah
- 3) Menggunakan alat perlengkapan sesuai fungsinya
- 4) Gunakan kunci pas sesuai ukuran mur dan baut
- 5) Menjaga kondisi peralatan dalam kondisi baik
- 6) Bila menggunakan pahat tidak boleh menghadap orang lain
- 7) Jangan meninggalkan/ meletakkan alat-alat ditepi atau tempat yang mudah bergeser atau jatuh pada orang lain.
- 8) Perlengkapan pengaman/ keselamatan kerja untuk kepala, mata telinga mulut/ hidung serta tangan dua kaki.
- 9) Perlengkapan pengaman/ keselamatan kerja untuk kepala, mata, telinga mulut/ hidung serta tangan dan kaki



Gambar 59. Perlengkapan Pelindung Diri

e. Perlengkapan pelindung diri :

- 1) **Kepala** : Helm bermanfaat untuk melindungi kepala dan telinga

- 2) **Mata** : Kacamata debu atau pelindung muka transparan mampu melindungi mata mencegah percikan masuk kedalamnya
- 3) **Muka dan paru-paru** : Respirator melindungi bagian bawah muka dan dapat menyaring kabut, uap, asap dan gas. Hanya penyaring yang benar yang boleh dipakai dan dalam hal tertentu jika diperlukan dapat juga digunakan udara bertekanan sekaligus selangnya
- 4) **Tubuh** : Jaket dan celana panjang anti-percikan akan melindungi kulit jika terpasang dengan benar dan terbuat dari bahan yang sesuai
- 5) **Tangan** : Sarung tangan yang tepat harus dipakai jika menangani bahan kimia ataupun kalengnya
- 6) **Kaki** : “Sepatu karet” menjaga agar kaki tetap kering dan tidak tergelincir di atas lantai yang basah. Pastikan bahwa tidak ada benda yang masuk atau mengalir ke dalamnya.
- 7) **Ingat** tidak semua pakaian dan perlengkapan pelindung cocok dengan bahan kimia. Jika tempat kerja berbeda, model pakaian pelindung juga harus berbeda. Bahan kimia yang menyebabkan korosi ; misalnya zat asam, dapat merusak pakaian pelindung ringan ; respirator (“topeng-gas”) harus menggunakan penyaring yang tepat.

Jika memungkinkan, hindarilah kontak langsung dengan bahan kimia yang ada ditempat kerja, meskipun dipakai pelindung. Membersihkan diri dengan sebaik-baiknya juga harus dilakukan sebelum makan, minum, merokok maupun pulang.

f. Bekerja dengan Mesin

1) Mesin Gerinda

Setiap menggunakan mesin gerinda harus memakai kaca pengaman atau tanong pengaman muka (shields), jarak benda keras dan dudukan yang cukup dengan batu gerinda, memeriksa kondisi tombol kerja, keseimbangan daun gerinda. Memegang benda kerja dengan cukup erat, dan jangan mencoba menggerinda benda kecil yang dapat tertarik oleh batu gerinda, jangan bicara dengan orang lain bila sedang menggerinda, carilah posisi yang menyenangkan saat menggunakan mesin.

2) Mesin Perkakas Logam

Periksa apakah kedudukan pisau potong sudah tepat dan kuat, selalu jepit benda kerja dengan klem khusus pada meja mesin, periksa tombol, sabuk penggerak, pengaman putar, jangan mencoba

memindahkan/ membersihkan partikel bram dengan lebih-lebih bila mesin sedang berputar jangan berbicara dengan orang lain bila sedang menggunakan mesin, bersihkan mesin setelah digunakan, pilih kondisi yang menyenangkan bila menggunakan mesin.

3) Mesin Kayu

- a) Periksa daun gergaji, pinggiran/ ujung penyayat dan ketajamannya.
- b) Periksa tombol kerja dan tombol berhenti.
- c) Pastikan daerah sekitar mesin cukup aman dari bahan lain.
- d) Siapkan ruangan yang cukup untuk sirkulasi bahan.
- e) Periksa semua alat pengaman sudah pada tempatnya.
- f) Gunakan pakaian pengaman yang sesuai seperti : kacamata pengaman, penutup mulut (masker), tutup telinga (ears muffs), arpon dan lain-lain.
- g) Ambil posisi yang tepat dan pas sebelum menghidupkan mesin.
- h) Tidak berbicara dengan orang lain saat menggunakan mesin.
- i) Yakini agar permukaan lantai tidak licin.
- j) Hindarkan ujung jari dari daun gergaji.
- k) Jangan mencoba menyetel mesin pada saat mesin bekerja.
- l) Bila mengerjakan bahan cukup panjang, mintalah bantuan orang lain membantu.

4) Perlengkapan Listrik

- a) Periksa semua saklar, tombol apakah pekerja dengan baik
- b) Bila terdapat kesalahan/ kerusakan pada mesin, gantungkan atau letakkan tanda mesin tersebut. Tanda tersebut tidak boleh dipindahkan sampai tiba perbaikannya.
- c) Jangan mencoba memeriksa kesalahan listrik dengan bagian depan jari, bila ada suatu kecurigaan kesalahan periksalah dengan punggung jari.
- d) Jangan menggunakan perlengkapan portable listrik di daerah basah. Bila daerah tempat berdiri sedang basah gunakanlah bahan lain yang kering tempat kerja.
- e) Periksa kerusakan kabel, bila mungkin lakukan perbaikan segera. Jangan memeriksa kondisi kabel dengan arus listrik.
- f) Matikan saklar listrik sebelum menyambung stiker alat.

- g) Perlu perhatian khusus saat melakukan penggalian tanah pada daerah/ lokasi kabel terpasang.
- h) Periksa jalur kabel dinding, bila akan mengebor dinding.
- i) Matikan arus sumber bila mesin tidak lagi digunakan.
- j) Jangan sekali-kali menyentuh kabel tegangan tinggi yang terjatuh ke tanah.
- k) Jangan sekali-kali mencoba memindahkan seseorang yang tersengat listrik dengan tangan telanjang. Gunakan sarung tangan atau balutan dari bahan isolasi yang kering.

5) Kebersihan

- a) Semua daerah kerja harus dalam kondisi bersih setiap saat.
- b) Bahan-bahan dalam keadaan tersusun rapi, tidak ada ujung yang terjurai karena dapat mencedakai dengan akibat kecelakaan yang serius.
- c) Semua daerah kerja harus bebas dari potongan benda bulat (misal : pipa) di lantai karena bila terinjak dan jatuh dapat menimbulkan kecelakaan cukup serius.
- d) Area bengkel harus diberi tanda sebagai daerah yang dapat dilalui, tanpa penghalang apapun.

6) Lain-lain

Dari beberapa penjelasan yang diuraikan di atas tadi, masih banyak hal yang memerlukan perhatian dan penanganan yaitu: cara penggunaan tangga, perancah/ penyangga kerja, penanggulangan kebakaran, cara-cara mengangkat benda berat dan berbagai petunjuk umum.

8. Rangkuman

- a. Keselamatan kerja adalah menjamin keadaan, keutuhan dan kesempurnaan, baik jasmaniah maupun rohaniah manusia serta hasil karya dan budayanya tertuju pada kesejahteraan masyarakat pada umumnya dan manusia pada khususnya.
- b. Keselamatan kerja ditujukan bagi, manusia (pekerja dan masyarakat), benda (alat, mesin, bangunan dll) dan lingkungan (air, udara, cahaya, tanah, hewan dan tumbuh- tumbuhan).
- c. Syarat-syarat keselamatan kerja, yaitu untuk mencegah dan mengurangi kecelakaan, kebakaran dan bahaya peledakan, memberi alat perlindungan diri kepada para pekerja, mencegah dan mengendalikan timbulnya atau

menyebarkan luasnya suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara dan getaran serta mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja, baik fisik maupun psikis, keracunan, infeksi dan penularan.

- d. Upaya keselamatan dan kesehatan kerja, yaitu menjaga tempat/ ruang kerja harus dijaga dan dirawat agar tetap bersih, aman, adanya penerangan yang baik, menjaga suhu dan kelembaban dan mengatur warna ruangan dengan baik.
- e. Program umum K3 di lingkungan kerja, yaitu mulai dari pakaian kebiasaan pekerja, pengaturan di bengkel, peralatan tanda-tanda K3, mesin yang bergerak, kebersihan/ kerapian dan lain-lain.

C. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai kompetensi profesional ini adalah:

1. Mengamati

Peserta didik diharapkan mengamati pengajar (guru) pada saat proses belajar mengajar untuk materi kriteria dan persyaratan keselamatan kerja.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang landasan teori mengenai kriteria dan persyaratan keselamatan kerja.

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang berhubungan dengan materi kriteria dan persyaratan keselamatan kerja dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan materi tersebut.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data yang berhubungan dengan materi kriteria dan persyaratan keselamatan kerja, untuk selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks, sehingga tidak ada materi pembelajaran yang terlewatkan.

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang kriteria dan persyaratan keselamatan kerja dalam proses belajar mengajar secara lisan oleh pengajar ke peserta didik.

D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk mendapatkan umpan balik setelah mempelajari modul pembelajaran 6 ini, guru-guru diminta untuk mengisi rubrik umpan balik ini dan memberikan masukan yang konstruktif yang disediakan pada **Tabel 23**.

Tabel 23. Rubrik Umpan Balik Isi Modul

No	Pokok Bahasan	Pertanyaan Umpan Balik	Jawaban Guru dan Tindak Lanjut
1	Tujuan K3	Apakah saudara bisa menjelaskan maksud dari tujuan K3 (C2)	
2	Syarat K3	Bisakah Saudara mengartikan syarat-syarat dari K3 (C2)	
3	Tindakan Manusia	Apakah Saudara mampu mempratikkan tindakan-tindakan yang aman dari kecelakaan kerja (P2)	
4	Kondisi lingkungan	Apakah Saudara mampu m	
5	Upaya K3	Bisakah Suadara menerapkan upaya K3 di lapangan maupun disekolah tempat saudara mengajar (C3)	

E. Latihan/Soal/Tugas

1. Soal Essey

- Sebutkan 5 tujuan keselamatan dan kesehatan kerja ?
- Sebutkan 5 syarat- syarat keselamatan kerja Menurut Undang-undang Nomor 1 tahun 1970 pasal 3?
- Sebutkan sikap-sikap yang dapat membuat kecelakaan kerja?
- Sebutkan 5 syarat-syarat yang baik untuk pakaian kerja?
- Sebutkan peralatan perlindungan diri?

2. Soal Pilihan Ganda

- Manakah yang tidak termasuk ke dalam tujuan keselamatan kerja di daerah pertambangan?
 - Manusia
 - Vegetasi
 - Sungai

- D. Sampah
- b. Undang-undang berapakah yang menyatakan persyaratan kesehatan dan keselamatan kerja?
- A. UU No. 1 Thn 1973 pasal 3
 - B. UU No. 3 Thn 1970 pasal 3
 - C. UU No. 1 Thn 1970 pasal 3
 - D. UU No. 3 Thn 1970 pasal 3
- c. Manakah yang tidak termasuk kedalam sikap yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja?
- A. Kurang perhatian
 - B. Kurang minat
 - C. Senda gurau
 - D. Kurang pendengaran
- d. Berapakah persenkah warna hijau dapat menimbulkan cahaya pada penerangan ruangan?
- A. 20%
 - B. 30%
 - C. 60%
 - D. 10%
- e. Berakah sudut untuk konstruksi tangga pada tempat/ ruang kerja?
- A. 25°
 - B. 20°
 - C. 30°
 - D. 10°

F. Kunci Jawaban

1. Essey

- a. Tujuan keselamatan dan kesehatan kerja?
- 1) Mencegah/ mengurangi kematian.
 - 2) Mencegah/mengurangi cacat tetap.
 - 3) Mengamankan material, konstruksi, pemakaian, pemeliharaan bangunan, alat-alat kerja, mesin-mesin, instalasi dan lain sebagainya.
 - 4) Meningkatkan produktivitas kerja tanpa memeras tenaga kerja dan menjamin kehidupan produktifnya.
 - 5) Mencegah pemborosan tenaga kerja, modal, alat dan sumber- sumber produksi lainnya.
- b. Syarat- syarat keselamatan kerjanya adalah:

- 1) Mencegah dan mengurangi bahaya peledakan.
 - 2) Memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian lain yang berbahaya.
 - 3) Memberi pertolongan pada kecelakaan.
 - 4) Memberi alat perlindungan diri kepada para pekerja.
 - 5) Mencegah dan mengendalikan timbulnya atau menyebar luasnya suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara dan gelora.
- c. Sikap-sikap yang dapat membuat kecelakaan kerja:
- 1) Kurang perhatian
 - 2) Kurang minat
 - 3) Malas
 - 4) Sombong
 - 5) Senda gurau
 - 6) Melakukan pekerjaan tanpa wewenang
 - 7) Menjalankan peralatan di luar batas aman
 - 8) Tidak menggunakan peralatan pengaman
- d. Sebutkan 5 syarat-syarat yang baik untuk pakaian kerja?
- 1) Janganlah memakai jas, pakaian longgar didaerah mesin yang bergerak
 - 2) Pakaian kerja yang tidak banyak lipatan, tetapi harus dikancing dengan baik dan tidak memakai dasi
 - 3) Pada daerah khusus (mesin bergerak) tidak memakai cincin, jam tangan atau barang perhiasan
 - 4) Gunakan perlengkapan pengaman kaki yang layak
 - 5) Bila berambut panjang sebaiknya dibalut dengan net pengaman atau dipangkas pendek.
- e. Helm, Kacamata debu, Respirator, Jaket dan celana panjang anti-percikan, Sarung tangan, Sepatu karet, dan lain-lain.

2. Pilihan Ganda

- a. D
- b. C
- c. D
- d. A
- e. B

VIII. KEGIATAN PEMBELAJARAN 7

A. Tujuan Pembelajaran

Modul ini disusun berdasarkan kompetensi pedagogik dan potensi profesional. Kedua kompetensi tersebut dirangkum kedalam kompetensi inti, kompetensi guru dan indikator pencapaian kompetensi. Oleh karena itu penulisan pembelajaran 7 ini bertujuan untuk:

1. Memberikan pengetahuan tentang genesa dari bijih besi, endapan nikel laterit, emas primer dan emas sekunder.
2. Memberikan pengetahuan kepada guru tentang genesa batubara seta teori-teori pembentukan batubara.
3. Memberikan pengetahuan tentang genesa dari mineral mangan.
4. Memberikan pengetahuan tentang proses genesa timah
5. Memberikan pengetahuan tentang genesa primer dan sekunder tembaga.
6. Memberikan pengetahuan tentang genesa batugamping.

B. Uraian Materi Pembelajaran

1. Genesha dari Bijih Besi

Pembentukan bijih besi merupakan proses pengayaan *supergene* (*supergene enrichment*) terhadap batuan dasar (*parent rock*) ultrabasa yaitu peridotite/serpentinite. Hal ini disebabkan Batuan Ultrabasa kaya akan unsur Fe, Mg, Ni, dan Cr (*Bowen Series*). Pengayaan ini diawali oleh proses pelapukan (*weathering*) dan pencucian (*leaching*) oleh air.

Mineral yang tidak tahan terhadap pelapukan akan hancur dan larut oleh air, sehingga yang tertinggal hanyalah mineral-mineral yang resistan seperti Fe, Ni, Cr, dan menyebabkan pengayaan terhadap mineral-mineral tertentu (*resist mineral*), seperti pengayaan unsur Fe di pulau sebu. Mineral-mineral tersebut kemudian akan berkumpul dan membentuk layer-layer sesuai dengan berat jenis dan ketahanan mineralnya. Layer-layer mineral tersebut kemudian bertahap membentuk suatu lapisan batuan, yang disebut sebagai *banded iron*.

Banded Iron ini memiliki ciri megaskopis berupa lapisan-lapisan Fe berwarna abu-abu hingga abu-abu keperakan yang terdiri dari mineral goethit sebagai mineral utama, dan magnetit, marthite, specularite, serta hematite. Lapisan ini berselang-seling dengan lapisan peridotit yang terferonisasi berwarna hijau keperakan, terdiri dari mineral olivin dan piroksen, dengan mineral Fe berupa

specularite, dan lapisan limonite berwarna kuning kecoklatan yang merupakan lapisan residu hasil proses leaching.

Proses ini berlanjut dengan masuknya air meteorik yang terpanaskan dan menyebabkan mineral goethit berubah menjadi hidrogoethit dan berupa cairan. Akibat dari tekanan yang kuat, cairan tersebut kemudian mendesak keluar menghantam lapisan limonite di atasnya dan mengikatnya sebagai urat-urat Hidrogoethite.

Dibeberapa tempat, umumnya di puncak-puncak bukit, cairan hidrogoethite tersebut mengikat pecahan-pecahan banded iron dan peridotite/serpentine sebagai fragmen conglomeratic iron stone, dengan massa dasar berupa larutan Fe.

2. Genesha dari Endapan Nikel Laterit

Endapan nikel laterit merupakan bijih yang dihasilkan dari proses pelapukan batuan ultrabasa yang ada di atas permukaan bumi. Proses pembentukan nikel laterit diawali dari proses pelapukan batuan ultrabasa, dalam hal ini adalah batuan harzburgit. Batuan ini banyak mengandung olivin, piroksen, magnesium silikat dan besi, mineral-mineral tersebut tidak stabil dan mudah mengalami proses pelapukan. Faktor kedua sebagai media transportasi Ni yang terpenting adalah air.

Air tanah yang kaya akan CO₂, unsur ini berasal dari udara luar dan tumbuhan, akan mengurai mineral-mineral yang terkandung dalam batuan harzburgit tersebut. Kandungan olivin, piroksen, magnesium silikat, besi, nikel dan silika akan terurai dan membentuk suatu larutan, di dalam larutan yang telah terbentuk tersebut, besi akan bersenyawa dengan oksida dan mengendap sebagai ferri hidroksida.

Endapan ferri hidroksida ini akan menjadi reaktif terhadap air, sehingga kandungan air pada endapan tersebut akan mengubah ferri hidroksida menjadi mineral-mineral seperti goethite (FeO(OH)), hematit (Fe₂O₃) dan cobalt. Mineral-mineral tersebut sering dikenal sebagai “besi karat”. Endapan ini akan terakumulasi dekat dengan permukaan tanah, sedangkan magnesium, nikel dan silika akan tetap tertinggal di dalam larutan dan bergerak turun selama suplai air yang masuk ke dalam tanah terus berlangsung

3. Genesha dari Emas Primer

Emas terbentuk dari proses magmatisme atau pengendapan di permukaan. Beberapa endapan terbentuk karena proses metasomatisme yaitu kontak yang terjadi antara bebatuan dengan air panas (hydrothermal) atau fluida lainnya. Cara terbentuk endapan emas umumnya didapatkan bersama dengan perak dan

tembaga merupakan mineralisasi. Mineralisasi merupakan suatu proses masuknya mineral jarang yang berharga ke dalam batuan sehingga membentuk deposit bijih yang potensial. Ada beberapa model endapan emas yang dapat didekati dan dapat dijadikan acuan untuk eksplorasi atau eksploitasi selanjutnya, yaitu endapan emas epithermal atau porfiri dan endapan emas mesothermal. Selain itu emas didapatkan sebagai endapan placer.

a. Endapan Epithermal atau Porfiri

Sebagian besar endapan emas di Indonesia dihasilkan dari jenis termal. Lebih kurang produk emas di Dunia dihasilkan dari tipe endapan ini. Endapan emas epitermal umumnya didapat dalam bentuk urat-urat baik urat kuarsa maupun urat karbonat pada suhu 150° - 300° C dengan pH sedikit asam atau mendekati netral. Urat-urat ini terbentuk oleh hasil aktifitas hydrothermal yang beradan disekitar porfiri, dimana emas, tembaga, wolframe, molibden dan timah terdapat di dalam endapan ini.

Proses terbentuknya endapan epithermal adalah sebagai berikut ; emas diangkut oleh larutan hydrothermal yang kaya akan HS^- dan OH^- . Ligan-ligan ini mengangkut emas hingga ke tempat pengendapannya. Kehadiran breksi hydrothermal merupakan salah satu penciri terjadinya pendidihan (boiling) pada larutan hidrotermal. Selama proses pendidihan tekanan menjadi besar sehingga menghancurkan batuan yang dilalui oleh larutan hidrothermal sehingga terjadi peningkatan nilai pH dan penurunan suhu. Pada endapan porfiri emas primer biasa dijumpai pada breksi hidrothermal. Pada endapan porfiri emas primer paling tinggi dapat hadir bersama-sama mineral bornit atau magnetit.

b. Endapan metamorfogenik

Endapan emas metamorfogenik merupakan endapan emas yang berasosiasi dengan batuan metamorf. Endapan emas jenis ini di jumpai pada urat-urat kuarsa/kalsit disekitar batuan metamorf.

Proses pengendapan emas pada batuan metamorf diuraikan sebagai berikut Batuan metamorf terbentuk pada tekanan dan suhu yang tinggi sehingga mengakibatkan terjadinya orientasi struktur. Kehadiran air minereal antar ruang pori batuan mempercepat proses meemorfisme batuan. Proses pelepasan air mengakibatkan proses sirkulasi air hidrothermal dalam batuan melalui zona-zona geser (shear zone) pada batuan metamorf.

- 1) Air hydrothermal pada batuan metamorf kaya akan H_2O dan CO serta CO_2
- 2) Yang mengakibatkan larutan menjadi sedikit asam sehingga sangat mudah mengangkut logam pada batuan tersebut.

c. Emas mesothermal

Merupakan salah satu tipe endapan hydrothermal yang terbentuk pada lingkungan batuan metamorf. Endapan ini dicirikan oleh adanya urat-urat kuarsa emas yang terdapat pada batuan metamorf. Lode gold dan endapan emas jenis urat ini merupakan bentuk model dari endapan bijih yang berada pada suatu sabuk metamorfik (metamorphic belts) yang secara umum berada pada seri sabuk fasies bertekanan rendah (low pressure facies belts) yang dikontrol secara structural berasosiasi dengan sulfidasi dan karbonasi batuan sampling. Proses sulfidasi dan karbonasi mengakibatkan pengayakan beberapa jenis unsure tertentu, seperti unsure Au dengan unsure Ag, Te, S, As, Bi, Sb, W, K, Cs, Rb dan SiO_2 serta beberapa logam dasar dalam jumlah sedikit.

4. Genesa dari Emas Sekunder

Emas juga ditemukan dalam bentuk emas aluvial yang terbentuk karena proses pelapukan terhadap batuan-batuan yang mengandung emas (gold-bearing rocks, Lucas, 1985). Dimana pengkonsentrasian secara mekanis menghasilkan endapan letakan (placer).

5. Genesa dari Batubara

Batubara terbentuk dengan cara yang sangat kompleks dan memerlukan waktu yang lama (puluhan sampai ratusan juta tahun) di bawah pengaruh fisika, kimia ataupun keadaan geologi. Untuk memahami bagaimana batubara terbentuk, perlu diketahui dimana batubara terbentuk, faktor-faktor yang mempengaruhinya, dan bentuk lapisan batubara. Ada dua macam teori mengenai tempat terbentuknya batubara, yaitu:

a. Teori Insitu

Batubara terbentuk ditempat dimana tumbuhan pembentuk lapisan batubara itu berada. Dengan demikian maka setelah tumbuhan tersebut mati, belum mengalami proses transportasi segera tertutup oleh lapisan sedimen dan mengalami proses coalification. Jenis batubara yang terbentuk dengan cara ini mempunyai penyebaran luas dan merata, kualitasnya lebih baik karena kadar abunya relatif kecil. Batubara yang terbentuk seperti ini contohnya adalah yang terdapat di Muara Enim (Sumatera Selatan).

b. Teori Drift

Teori ini menyebutkan bahwa batubara terbentuk di tempat yang berbeda dengan tempat tumbuhnya tumbuhan pembentuk lapisan batubara itu. Dengan demikian tumbuhan yang telah mati diangkut oleh media air dan berakumulasi di suatu tempat, tertutup oleh batuan sedimen dan mengalami proses coalification. Jenis batubara yang terbentuk dengan cara ini mempunyai penyebaran tidak luas, tetapi dijumpai di beberapa tempat, kualitas kurang baik karena banyak mengandung material pengotor yang terangkut bersama selama proses pengangkutan dari tempat asal tanaman ketempat sedimentasi. Batubara yang terbentuk seperti ini di contoh lapisan batubara di delta Mahakam purba (Kalimantan Timur).

6. Genesha dari Mangan

Endapan mangan dapat terbentuk dari beberapa cara yaitu termal yang dapat dijumpai dalam bentuk (vein), metamorfik dan cebakan sedimenter dan residual (**Asril Riyanto., 1989**).

a. Endapan Hidrotermal

Endapan hidrotermal merupakan hasil dari proses terakhir ma, dimana larutan magma sisa yang belum membeku terutama yang terdiri dari larutan yang berair dan dalam keadaan panas, dalam perjalanannya menuju ke suatu tempat untuk membentuk endapan hidrotermal akan mengisi tempat – tempat di dalam bumi seperti pada pori – pori dan lubang – lubang kecil pada batuan beku, pengisian pada lubang – lubang yang terjadi akibat pembekuan magma dari aliran lava, pengisian pada rekahan – rekahan seperti retak – retak lava akibat pembekuan misalnya dalam dike atau rekahan – rekahan yang terjadi akibat proses perlipatan suatu lapisan batuan, pengisian pada breksi vulkanik, pengisian pada bidang perlapisan, pengisian pada patahan dan pengisian pada daerah – daerah pergeseran lapisan.

Pada saat larutan hidrotermal menerobos batuan – batuan yang dilewatinya mungkin akan terjadi pergantian susunan ikatan kimia dari batuan yang dilewati tersebut. Proses ini bisa baik terjadi pada batuan yang reaktif dan biasanya batas – batas daerah alterasi adalah sejajar dengan dinding lubang yang diterobos larutan hidrotermal tersebut. Batuan yang dilewati akan berubah baik secara kimia maupun mineraloginya. Akibat aktivitas hidrotermal ini juga dijumpai endapan – endapan mangan di bawah laut dan biasanya bersama dengan endapan Pb, Zn, Cu dan Fe.

b. Endapan Residual

Endapan residual adalah termasuk endapan permukaan yang terjadi akibat proses pelapukan terhadap batuan sumber. Unsur – unsur Mn-nya dapat berasal dari batuan kapur yang mengandung Mn atau sekis (batuan metamorf), vein atau pegmatit yang mengandung Mn serta batuan breksi andesit atau dasit. Disamping batuan sumber tersebut di atas, dalam proses pembentukannya juga sangat dipengaruhi oleh faktor iklim dan topografi, dimana keadaan reliefnya harus sedemikian rupa sehingga memungkinkan terakumulasinya unsur – unsur tersebut menjadi endapan residual yang bernilai ekonomis.

c. Endapan Sedimenter

Terbentuknya oksida Mn biasanya berkaitan dengan kegiatan vulkanis dan batuan yang bersifat basa. Setelah batuan melapuk, maka butir – butir batuan itu mungkin menjadi mineral – mineral yang lebih stabil atau mungkin pula akan larut, terangkut oleh aliran air dan diendapkan di tempat lain sebagai endapan sedimenter.

7. Genesha dari Timah

Sumber timah yang terbesar yaitu sebesar 80% berasal dari endapan timah sekunder (alluvial) yang terdapat di alur-alur sungai, di darat (termasuk pulau-pulau timah), dan di lepas pantai. Endapan timah sekunder berasal dari endapan timah primer yang mengalami pelapukan yang kemudian terangkut oleh aliran air, dan akhirnya terkonsentrasi secara selektif berdasarkan perbedaan berat jenis dengan bahan lainnya. Endapan alluvial yang berasal dari batuan granit lapuk dan terangkut oleh air pada umumnya terbentuk lapisan pasir atau kerikil.

Mineral utama yang terkandung pada bijih timah adalah cassiterite (SnO_2). Batuan pembawa mineral ini adalah batuan granit yang berhubungan dengan magma asam dan menembus lapisan sedimen (intrusi granit). Pada tahap akhir kegiatan intrusi, terjadi peningkatan konsentrasi elemen di bagian atas, baik dalam bentuk gas maupun cair, yang akan bergerak melalui pori-pori atau retakan. Karena tekanan dan temperatur berubah, maka terjadilah proses kristalisasi yang akan membentuk deposit dan batuan sampling.

Pembentukan mineral kasiterit (SnO_2) dan mineral berat lainnya, erat hubungannya dengan batuan granitoid. Secara keseluruhan endapan bijih timah (Sn) yang membentang dari Myanmar Tengah hingga Paparan Sunda merupakan kelurusan sejumlah intrusi batholit. Batuan induk yang mengandung bijih timah (Sn) adalah granit, adamellit, dan granodiorit. Batholit yang mengandung timah (Sn) pada daerah Barat ternyata lebih muda (Akhir Kretasius) daripada daerah Timur (Trias).

Proses pembentukan bijih timah (Sn) berasal dari magma cair yang mengandung mineral kasiterit (SnO_2).

Pada saat intrusi batuan granit naik ke permukaan bumi, maka akan terjadi fase pneumatolitik, dimana terbentuk mineral-mineral bijih diantaranya bijih timah (Sn). Mineral ini terakumulasi dan terasosiasi pada batuan granit maupun di dalam batuan yang diterobosnya, yang akhirnya membentuk vein-vein (urat), yaitu : pada batuan granit dan pada batuan sampling yang diterobosnya.

8. Genesa dari Tembaga

Genesa endapan bijih tembaga secara garis besar dapat dibagi 2 (dua) kelompok, yaitu genesa primer dan genesa sekunder.

a. Genesa Primer Tembaga

Logam tembaga, proses genesanya berada dalam lingkungan magmatik, yaitu suatu proses yang berhubungan langsung dengan intrusi magma. Bila magma mengkristal maka terbentuklah batuan beku atau produk-produk lain. Produk lain itu dapat berupa mineral-mineral yang merupakan hasil suatu konsentrasi dari sejumlah elemen-elemen minor yang terdapat dalam cairan sisa.

Pada keadaan tertentu magma dapat naik ke permukaan bumi melalui rekahan-rekahan (bagian lemah dari batuan) membentuk terowongan (intrusi). Ketika mendekati permukaan bumi, tekanan magma berkurang yang menyebabkan bahan volatile terlepas dan temperatur yang turun menyebabkan bahan non volatile akan terinjeksi ke permukaan lemah dari batuan sampling (*country rock*) sehingga akan terbentuk pegmatite dan hidrotermal.

Endapan pegmatite sering dijumpai berhubungan dengan batuan plutonik tapi umumnya granit yang kaya akan unsur alkali, aluminium, kuarsa dan beberapa muskovit dan biotit. Endapan hidrotermal merupakan endapan yang terbentuk dari proses pembentukan endapan pegmatite lebih lanjut, dimana larutan bertambah dingin dan encer. Ciri khas endapan hidrotermal adalah urat yang mengandung sulfida yang terbentuk karena adanya pengisian rekahan (*fracture*) atau celah pada batuan semula. rendah, tersebar relatif merata dengan jumlah cadangan yang besar. Endapan bahan galian ini erat hubungannya dengan intrusi batuan *Complex Subvolcanic Calcalkaline* yang bertekstur porfitik.

Pada umumnya berkomposisi granodioritik, sebagian terdeferensiasi ke batuan granitik dan monzonit. Bijih tersebar dalam bentuk urat-urat sangat halus yang membentuk meshed network sehingga derajat mineralisasinya

merupakan fungsi dari derajat retakan yang terdapat pada batuan induknya (hosted rock). Mineralisasi bijih sulfidanya menunjukkan perkembangan yang sesuai dengan pola ubahan hidrotermal.

Akibat dari pembentukannya yang bersal dari intrusi hidrotermal maka mineralisasi bijih tembaga porfiri berasosiasi dengan batuan metamorf kontak seperti kuarsit, marmer dan skarn.

b. Genesa Sekunder Tembaga

Dalam pembahasan mineral yang mengalami proses sekunder terutama akan ditinjau proses ubahan (alteration) yang terjadi pada mineral-mineral urat (vein). Mineral sulfida yang terdapat di alam mudah sekali mengalami perubahan. Mineral yang mengalami oksidasi dan berubah menjadi mineral sulfida kebanyakan mempunyai sifat larut dalam air. Akhirnya didapatkan suatu massa yang berongga terdiri dari kuarsa berkarat yang disebut Gossan (penudung besi). Sedangkan material logam yang terlarut akan mengendap kembali pada kedalaman yang lebih besar dan menimbulkan zona pengayaan sekunder.

Pada zona diantara permukaan tanah dan muka air tanah berlangsung sirkulasi udara dan air yang aktif, akibatnya sulfida-sulfida akan teroksidasi menjadi sulfat-sulfat dan logam-logam dibawa serta dalam bentuk larutan, kecuali unsur besi. Larutan mengandung logam tidak berpindah jauh sebelum proses pengendapan berlangsung. Karbon dioksit akan mengendapkan unsur Cu sebagai malakit dan azurit. Disamping itu akan terbentuk mineral lain seperti kuprit, gunative, hemimorfite dan angelesit. Sehingga terkonsentrasi kandungan logam dan kandungan kaya bijih.

Apabila larutan mengandung logam terus bergerak ke bawah sampai zona air tanah maka akan terjadi suatu proses perubahan dari proses oksidasi menjadi proses reduksi, karena bahan air tanah pada umumnya kekurangan oksigen. Dengan demikian terbentuklah suatu zona pengayaan sekunder yang dikontrol oleh afinitas bermacam logam sulfida.

Logam tembaga mempunyai afinitas yang kuat terhadap belerang, dimana larutan mengandung tembaga (Cu) akan membentuk seperti pirit dan kalkopirit yang kemudian menghasilkan sulfida-sulfida sekunder yang sangat kaya dengan kandungan mineral kovelit dan kalkosit. Dengan cara seperti ini terbentuk zona pengayaan sekunder yang mengandung konsentrasi tembaga berkadar tinggi bila dibanding bijih primer.

9. Genesha dari Batu Gamping

Batu gamping dapat terjadi dengan beberapa cara, yaitu secara organik, secara mekanik dan secara kimia. Sebagian besar batu gamping di alam terjadi secara organik. Jenis ini berasal dari pengendapan cangkang atau rumah kerang dan siput. Foraminifera atau ganggang yang berasal dari kerangka binatang koral/kerang.

Untuk batu gamping yang terjadi secara mekanik, sebenarnya bahannya tidak jauh berbeda dengan jenis batu gamping yang terjadi secara organik, yang membedakannya adalah terjadinya perombakan dari bahan batu kapur tersebut yang kemudian terbawa oleh arus dan biasanya diendapkan tidak jauh dari tempat semula.

Sedangkan yang terjadi secara kimia adalah jenis batu gamping yang terjadi dalam kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu dalam air laut ataupun air tawar. Selain hal diatas, mata air mineral dapat pula mengendapkan batu gamping. Jenis batu gamping ini terjadi karena peredaran air panas alam yang melarutkan lapisan batu gamping dibawah permukaan, yang kemudian diendapkan kembali dipermukaan bumi. Magnesium, lempung dan pasir merupakan unsure pengotor yang mengendap bersama-sama pada saat proses pengendapan.

Keberadaan pengotor batu gamping memberikan klasifikasi jenis batu gamping. Apabila pengotornya magnesium, maka batu gamping tersebut diklasifikasikan sebagai batu gamping dolomitan. Begitu juga apabila pengotornya lempung, maka batu kapur tersebut diklasifikasikan sebagai batu gamping lempungan, dan batu gamping pasiran apabila pengotornya pasir.

Persentase unsur-unsur pengotor sangat berpengaruh terhadap warna batu kapur tersebut, yaitu mulai dari warna putih susu, abu-abu muda, abu-abu tua, coklat, bahkan hitam. Warna kemerah-merahan misalnya, biasanya disebabkan oleh adanya unsur mangan, sedangkan kehitam-hitaman disebabkan oleh adanya unsur organik.

Batu gamping dapat bersifat keras dan padat, tetapi dapat pula kebalikannya. Selain yang pejal dijumpai pula yang porous. Batu gamping yang mengalami metamorfosa akan berubah penampakannya maupun sifat-sifatnya.

Hal ini terjadi karena pengaruh tekanan maupun panas, sehingga batu gamping tersebut menjadi berhablur, seperti yang dijumpai pada marmer. Selain itu,

air tanah juga sangat berpengaruh terhadap penghabluran kembali pada permukaan batu gamping, sehingga terbentuk hablur kalsit.

10. Rangkuman

- a. Genesha dari bijih besi: Mineral yang tidak tahan terhadap pelapukan akan hancur dan larut oleh air, sehingga yang tertinggal hanyalah mineral-mineral yang resistan seperti Fe, Ni, Cr, dan menyebabkan pengayaan terhadap mineral-mineral tertentu (*resist mineral*). Mineral-mineral tersebut kemudian akan berkumpul dan membentuk layer-layer sesuai dengan berat jenis dan kemudian bertahap membentuk suatu lapisan batuan, yang disebut sebagai *banded iron*.
- b. Genesha dari endapan nikel laterit : Proses pembentukan nikel laterit diawali dari proses pelapukan batuan ultrabasa (batuan harzburgit). Batuan ini banyak mengandung olivin, piroksen, magnesium silikat dan besi, mineral-mineral tersebut tidak stabil dan mudah mengalami proses pelapukan. Faktor kedua sebagai media transportasi Ni yang terpenting adalah air.
- c. Genesha dari emas primer : Emas terbentuk dari proses magmatisme atau pengendapan di permukaan. Beberapa endapan terbentuk karena proses metasomatisme yaitu kontak yang terjadi antara bebatuan dengan air panas (hydrothermal) atau fluida lainnya.
- d. Genesha dari batubara : 1) Teori insitu : Batubara terbentuk ditempat dimana tumbuhan pembentuk lapisan batubara itu berada. 2) Teori drift : batubara terbentuk di tempat yang berbeda dengan tempat tumbuhnya tumbuhan pembentuk lapisan batubara itu.
- e. Genesha dari mangan : Endapan mangan dapat terbentuk dari beberapa cara yaitu termal yang dapat dijumpai dalam bentuk (vein), metamorfik dan cebakan sedimenter dan residual.
- f. Genesha dari timah : Endapan timah sekunder berasal dari endapan timah primer yang mengalami pelapukan yang kemudian terangkut oleh aliran air, dan akhirnya terkonsentrasi secara selektif berdasarkan perbedaan berat jenis dengan bahan lainnya.
- g. Genesha dari tembaga : 1) Tembaga primer : genesanya berada dalam lingkungan magmatik, yaitu suatu proses yang berhubungan langsung dengan intrusi magma. 2) Tembaga sekunder : Proses ubahan (*alteration*) yang terjadi pada mineral-mineral urat (vein) akibat proses oksidasi dalam air.

- h. Genesha dari batugamping : Sebagian besar batu gamping di alam terjadi secara organik. Jenis ini berasal dari proses pengendapan cangkang atau rumah kerang dan siput.

C. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai kompetensi profesional ini adalah:

1. Mengamati

Peserta didik diharapkan mengamati pengajar (guru) pada saat proses belajar mengajar untuk materi genesha bahan galian.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang landasan teori mengenai genesha bahan galian.

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang berhubungan dengan materi genesha bahan galian dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan materi tersebut.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data yang berhubungan dengan materi genesha bahan galian dan mengkaitkan fungsinya ke dalam ilmu geologi, untuk selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks, sehingga tidak ada materi pembelajaran yang terlewatkan.

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang genesha bahan galian dalam proses belajar mengajar secara lisan oleh pengajar ke peserta didik.

D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk mendapatkan umpan balik setelah mempelajari modul pembelajaran 7 ini, guru-guru diminta untuk mengisi rubrik umpan balik ini dan memberikan masukan yang konstruktif yang disediakan pada **Tabel 24**.

Tabel 24. Rubrik Umpan Balik Isi Modul

No	Pokok Bahasan	Pertanyaan Umpan Balik	Jawaban Guru dan Tindak Lanjut
1	Genesha Bijih Besi	Bisakah saudara menguraikan proses terbentuknya bijih besi di alam (C2)	

2	Genesha Nikel Laterit	Bisakah saudara menguraikan proses terbentuknya nikel laterit di alam (C2)	
3	Genesha Emas	Bisakah saudara menguraikan proses terbentuknya emas di alam (C2)	
4	Genesha dari Batubara	Bisakah saudara menguraikan proses terbentuknya batubara di alam (C2)	
5	Genesha Mangan	Bisakah saudara menguraikan proses terbentuknya mangan di alam (C2)	
6	Genesha Timah	Bisakah saudara menguraikan proses terbentuknya timah di alam (C2)	
7	Genesha Tembaga	Bisakah saudara menguraikan proses terbentuknya tembaga di alam (C2)	
8	Genesha Batu Gamping	Bisakah saudara menguraikan proses terbentuknya batu gamping di alam (C2)	

E. Latihan/Soal/Tugas

1. Soal Essey

- Jelaskan ciri megaskopis dari *Banded Iron* ?
- Sebutkan mineral-mineral yang terkandung dalam batuan harzburgit?
- Jelaskan definisi dari metasomatisme dan mineralisasi dari proses terbentuknya emas?
- Jelaskan perbedaan teori insitu dan teori drift dari jenis proses terbentuknya batubara?
- Jelaskan asal-usul terbentuknya endapan timah sekunder?

2. Soal Pilihan Ganda

- Manakah mineral berikut ini yang tidak termasuk kedalam mineral resin di dalam endapan bijih besi?
 - Fe
 - Pb
 - Ni
 - Cr
- Senyawa apakah yang mengubah ferri hidroksida menjadi mineral-mineral seperti goethite, hematit dan cobalt?
 - H₂O
 - Fe₂CO₃

- C. HCl
- D. SO₄
- c. Pada batuan apakah endapan porfiri emas primer biasanya dijumpai?
 - A. Batuan Ultrabasa
 - B. Breksi hidrothermal
 - C. Konglomerat
 - D. Batuan beku asam
- d. Bertekstur apakah batuan *Complex Subvolcanic Calcaline*?
 - A. Aliran
 - B. Amidoloidal
 - C. Porfitik
 - D. *Cross bedding*
- e. Unsur apakah yang menyebabkan warna kemerah-merahan pada endapan batu gamping
 - A. Mangan
 - B. Organik
 - C. Sulfida
 - D. Besi

F. Kunci Jawaban

1. Essey

- a. *Banded Iron* ini memiliki ciri megaskopis berupa lapisan-lapisan Fe berwarna abu-abu hingga abu-abu keperakan yang terdiri dari mineral goethit sebagai mineral utama, dan magnetit, marthite, specularite, serta hematite. Lapisan ini berselang-seling dengan lapisan peridotit yang terferonisasi berwarna hijau keperakan, terdiri dari mineral olivin dan piroksen, dengan mineral Fe berupa specularite, dan lapisan limonite berwarna kuning kecoklatan yang merupakan lapisan residu hasil proses leaching.
- b. Mineral yang terkandung dalam batuan harzburgit adalah olivin, piroksen, magnesium silikat, besi, nikel dan silika.
- c. Metasomatisme yaitu kontak yang terjadi antara bebatuan dengan air panas (*hydrothermal*) atau fluida lainnya. Sedangkan mineralisasi merupakan suatu proses masuknya mineral jarang yang berharga ke dalam batuan sehingga membentuk deposit bijih yang potensial.
- d. Teori Insitu : batubara terbentuk ditempat dimana tumbuhan pembentuk lapisan batubara itu berada/ belum mengalami proses transportasi.

Teori Drift : batubara terbentuk di tempat yang berbeda dengan tempat tumbuhnya tumbuhan pembentuk lapisan batubara itu.

- e. Endapan timah sekunder berasal dari endapan timah primer yang mengalami pelapukan yang kemudian terangkut oleh aliran air, dan akhirnya terkonsentrasi secara selektif berdasarkan perbedaan berat jenis dengan bahan lainnya.

2. Pilihan Ganda

- a. B
- b. A
- c. B
- d. C
- e. A

IX. KEGIATAN PEMBELAJARAN 8

A. Tujuan Pembelajaran

Modul ini disusun berdasarkan kompetensi pedagogik dan potensi profesional. Kedua kompetensi tersebut dirangkum kedalam kompetensi inti, kompetensi guru dan indikator pencapaian kompetensi. Oleh karena itu penulisan pembelajaran 8 ini bertujuan untuk:

1. Memberikan pengetahuan tentang bagaimana cara menganalisis pengembangan desain lereng pit untuk material tanah, serta metode-metode yang digunakan.
2. Memberikan pengetahuan tentang bagaimana cara pengembangan desain lereng pit untuk materi batuan dan teknik analisisnya.
3. Memberikan pengetahuan kepada guru tentang metode analisis grafis dari Hoek dan Bray
4. Memberikan pengetahuan tentang apa pengertian longsoran bidang dan longsoran baji.

B. Uraian Materi Pembelajaran

1. Analisa Pengembangan Desain Lereng Pit

Kestabilan lereng merupakan aspek yang sangat penting dalam suatu kegiatan pertambangan. Hal ini tidak saja hanya mempengaruhi operasi penambangan, tetapi memiliki efek yang lebih luas terhadap lingkungan sekitarnya. Ketidakstabilan suatu lereng dicirikan berupa munculnya pergerakan atau runtuhnya pembentuk lereng. Suatu lereng dapat dinyatakan dalam kondisi mantap jika material pembentuk lereng tersebut memiliki gaya penahan (kuat geser) yang lebih besar dari gaya geser yang menyebabkan keruntuhan. Suatu analisis kemantapan lereng memerlukan perkiraan model bentuk longsoran dan kuat geser material pembentuk lereng. Model bentuk longsoran akan berguna dalam peramalan jumlah beban yang harus ditahan. Terkait di sini juga perkiraan muka air tanah pada model, sebab hal ini selain akan mempengaruhi jumlah beban, juga mempengaruhi besarnya kuat geser.

Tujuan dilakukannya analisis kemantapan lereng penambangan adalah untuk menentukan geometri lereng yang mantap dalam bentuk tinggi lereng dan sudut kemiringan lereng. Data yang digunakan untuk analisis ini adalah keadaan topografi, serta sifat fisik dan mekanik batuan pembentuk lereng. Kebanyakan analisis kemantapan lereng dilakukan dalam keadaan lereng jenuh yaitu muka air tanah mengikuti permukaan lereng. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi

kemungkinan terburuk yaitu pada saat curah hujan sangat tinggi sehingga mengakibatkan lereng dalam keadaan jenuh. Mantap dan tidaknya lereng dapat dilihat dari besarnya faktor keamanan yang dimiliki lereng tersebut dengan memperhitungkan dari material tanah dan batuan pada daerah yang akan dilakukan penambangan.

2. Analisa Pengembangan Desain Lereng Pit untuk Material Tanah

Untuk menganalisis atau menilai kestabilan lereng dipakai dua metoda yaitu Metoda Numeric dan Metoda Kesetimbangan Batas. Metoda Numeric menggunakan Program *Finite Element, Boundary Element Methode* atau yang lainnya, Sedangkan Metoda Kesetimbangan Batas sering dipakai karena lebih praktis pengerjaannya. Untuk perhitungan dan analisa kestabilan lereng tambang pada material tanah yang sering digunakan adalah:

- a. Hoek Chart
- b. Cara Bishop

Pada lereng tanah atau pada batuan yang lapuk/sangat terkekarkan, bidang gelincir dianggap/menyerupai lingkaran (*circular*). Kriteria kestabilan suatu lereng dihitung berdasarkan Faktor Keamanan (FK) yaitu:

$$FK = \frac{\text{Gaya-Gaya Penahan}}{\text{Gaya-Gaya Penggerak}}$$

a. Hoek Chart

Metoda ini merupakan metoda grafis atau dapat dianggap sebagai metoda empiris, karena menggunakan perbandingan kondisi lereng baku dengan kondisi lereng yang akan dihitung. Metode ini (Chart dari Prof Hoek dan Bray, 1981) bisa dipakai untuk desain permulaan dari suatu lereng, terutama untuk mengetahui Faktor Keamanan secara cepat.

Cara ini juga dapat digunakan oleh para inspektur tambang atau pengawas keselamatan kerja dimana perkiraan stabilitas lereng secara cepat dapat dihitung walaupun relatif tidak terlalu teliti.

Persyaratan atau asumsi penggunaan chart ini adalah;

- 1) Material pembentuk lereng dianggap homogen, jadi parameter kohesi, sudut geser dalam dan bobot isi cukup diwakili oleh satu harga.
- 2) Bidang longsoran dianggap berbentuk *circular*.
- 3) Kondisi air tanah pada lereng diwakili oleh lima model seperti digambarkan dalam.

Hoek's Charts ini yang dibuat oleh E. Hoek dan Bray dalam "*Rock Slope Engineering*", second edition. The Institute of Mining and Metallurgy, London

- 1) Buatlah gambar lereng yang akan dianalisa sesuai dengan kondisi sebenarnya. Pada gambar itu dibuat perkiraan garis lengkungan level air tanahnya. Dari gambar ini pilih salah satu chart dengan kondisi air tanah yang paling sesuai diantara lima kondisi air yang digambarkan oleh Hoek yang dapat dilihat pada gambar 1 di halaman 4.

- Keterangan :

H = Tinggi lereng total.

3) Kemudian dari titik luar chart (Gambar 1) yang dipilih pada $\frac{C}{\gamma \cdot H \cdot \tan \phi}$

Tarik garis radikal kedalam sampai memotong sudut yang sama dengan sudut lereng yang dianalisis.



$$\gamma \cdot H.FK$$

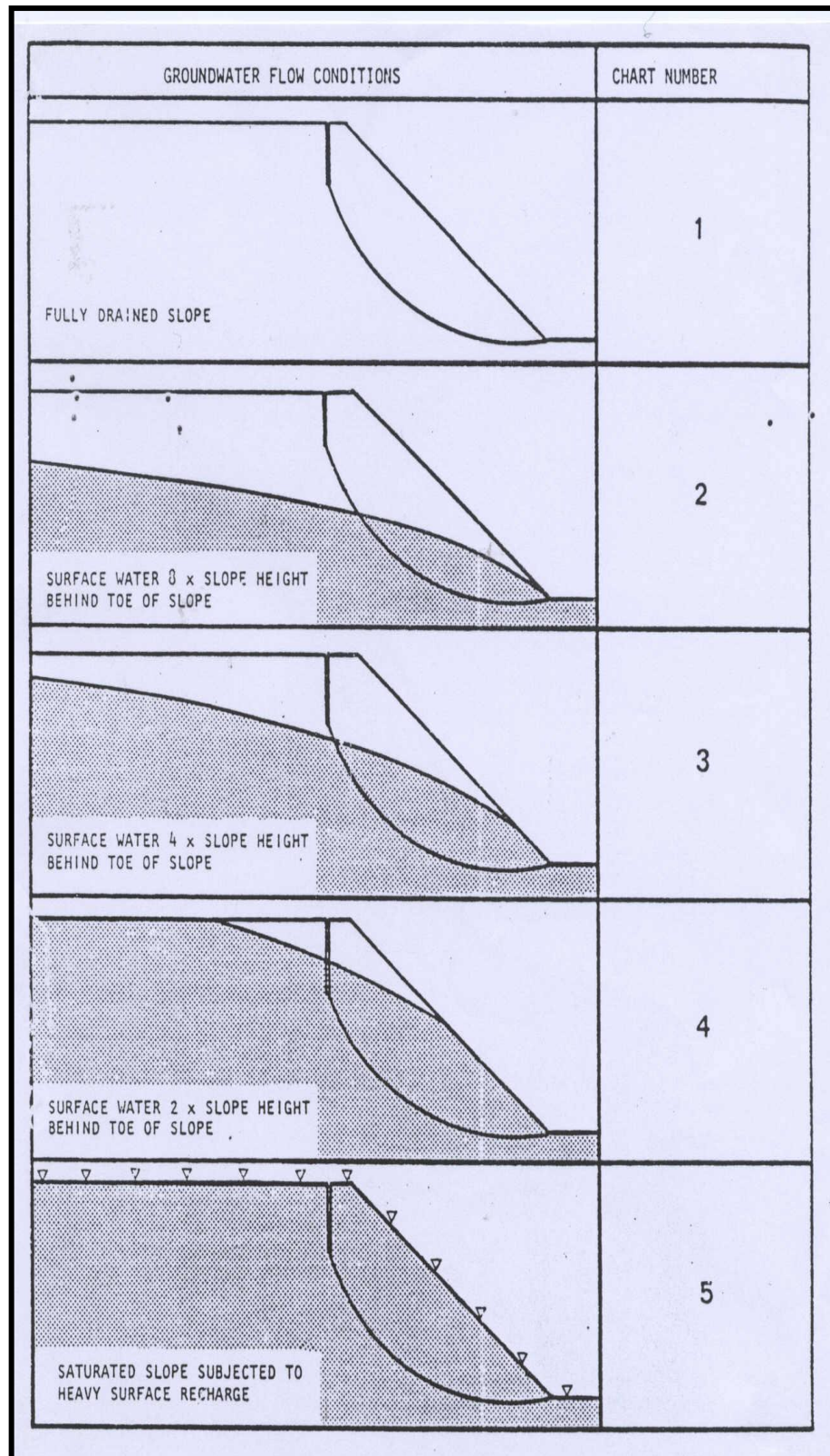
Gambar 60. Langkah-Langkah Penggunaan Hoek Chart

- 4) Dari titik potong pada C, tarik garis vertikal ke bawah dan horizontal ke kiri untuk mendapatkan harga-harga :

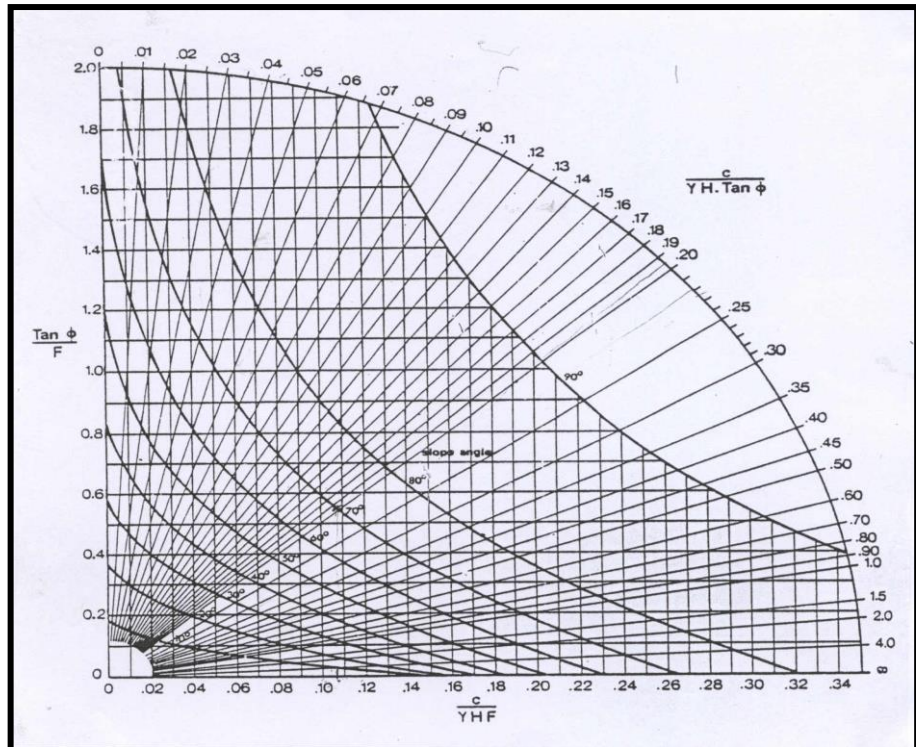
$$\frac{\tan \phi}{FK} \text{ dan } \frac{C}{\gamma \cdot H.FK}$$

Dari salah satu harga (pilih yang paling suka) $\frac{\tan \phi}{FK}$ dan $\frac{C}{\gamma \cdot H.FK}$.

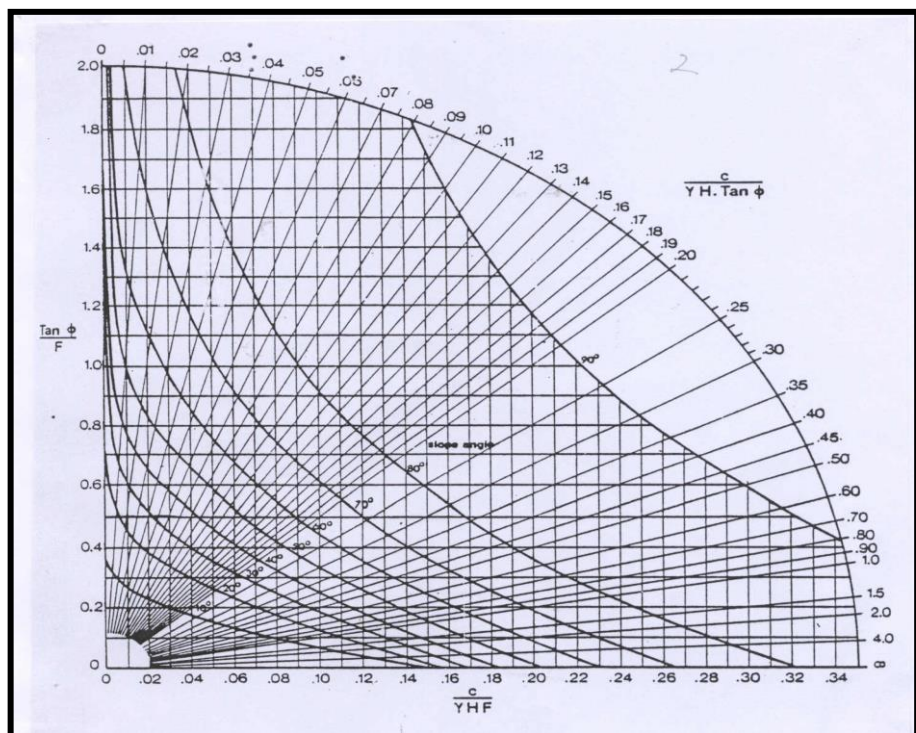
Harga Faktor Keamanan (FK) dapat dihitung dengan lima kondisi permukaan air tanah yang digunakan dalam analisa grafis hoek charts pada **Gambar 61**. Setelah dapat menentukan kondisi air tanah yang digunakan maka dapat menghitung nilai FK melalui chart pada **Gambar 62-67**.



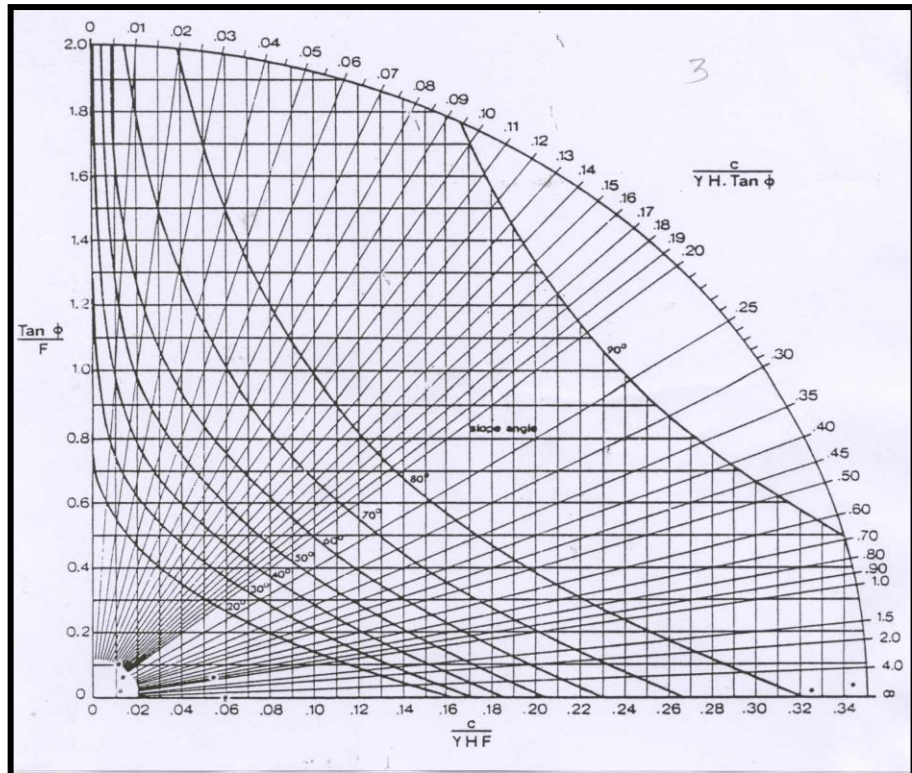
Gambar 61. Lima Kondisi Air Tanah Yang Digunakan Untuk Analisa Grafis Hoek Chart



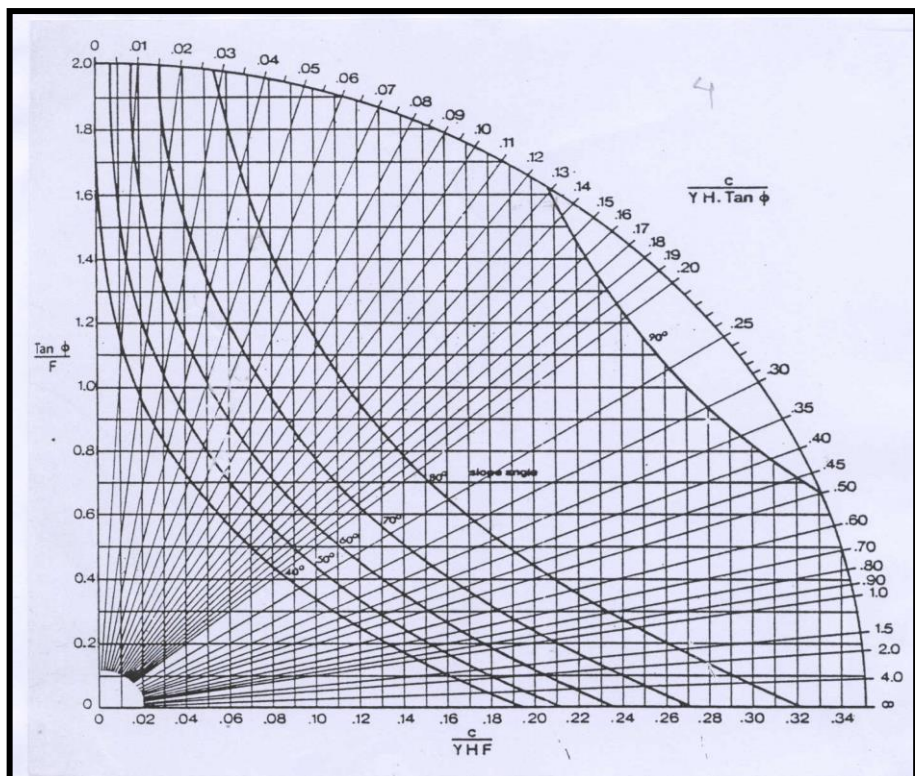
Gambar 62. Chart No 1 Digunakan Untuk Kondisi Pertama



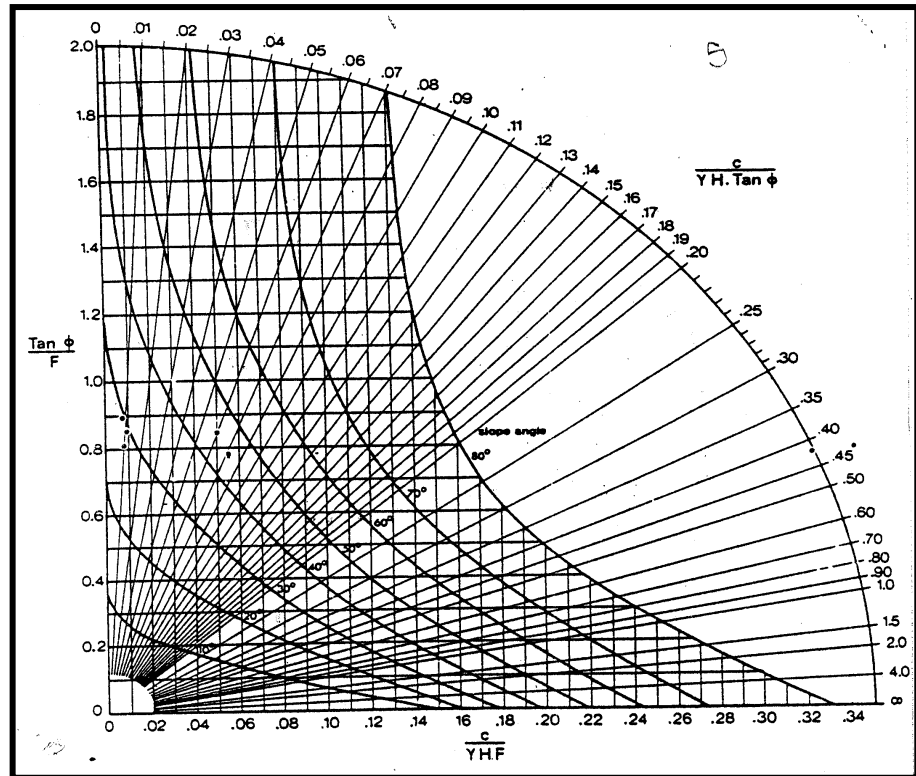
Gambar 63. Chart No 2 Digunakan Untuk Kondisi Kedua



Gambar 64. Chart No 3 Digunakan Untuk Kondisi Ketiga



Gambar 65. Chart No 4 Digunakan Untuk Kondisi Ketiga



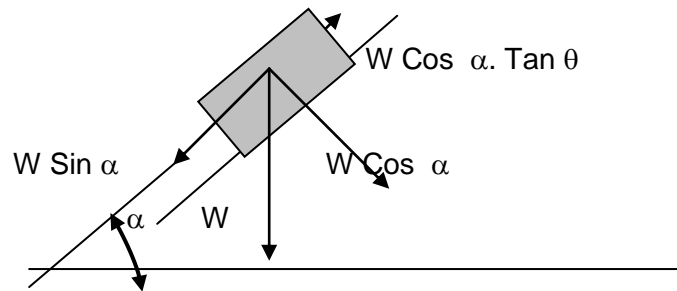
Gambar 66. Chart No 5 Digunakan Untuk Kondisi Kelima

b. Metode Bishop

Selain metoda 'Hoek Chart' yang simple, untuk analisis stabilitas lereng pada material yang lemah seperti tanah/batuan lapuk digunakan metoda lain yang lebih teliti, beberapa metoda tersebut adalah Metoda Janbu, Metoda Bishop, Metoda Culmann dan Metoda Morgensten. Tetapi metoda yang paling umum digunakan adalah Metoda Bishop. Metode Bishop dianggap metode analisis stabilitas lereng yang relatif paling teliti dari metode analitik yang berdasarkan prinsip keseimbangan batas.

Untuk perencanaan/desain lereng dengan resiko tinggi dimana diperlukan perhitungan yang teliti metode ini cukup memadai. Yang penting dalam menggunakan metode ini untuk mencapai ketelitian dan kehandalan perhitungan adalah data-data yang di inputkan harus cukup mewakili kondisi sebenarnya. *Parameter strenght* dan data air tanah harus merupakan hasil penyelidikan yang teliti.

Perhitungan stabilitas cara Bishop juga berdasarkan prinsip keseimbangan batas, yaitu menghitung besarnya kekuatan geser yang akan mempertahankan stabilitas, dibandingkan dengan besarnya tegangan geser yang bekerja. Harga perbandingan ini disebut faktor stabilitas atau Faktor Keamanan (FK). Seperti pada Gambar berikut:



Gambar 67. Ilustrasi Sederhana kelongsoran

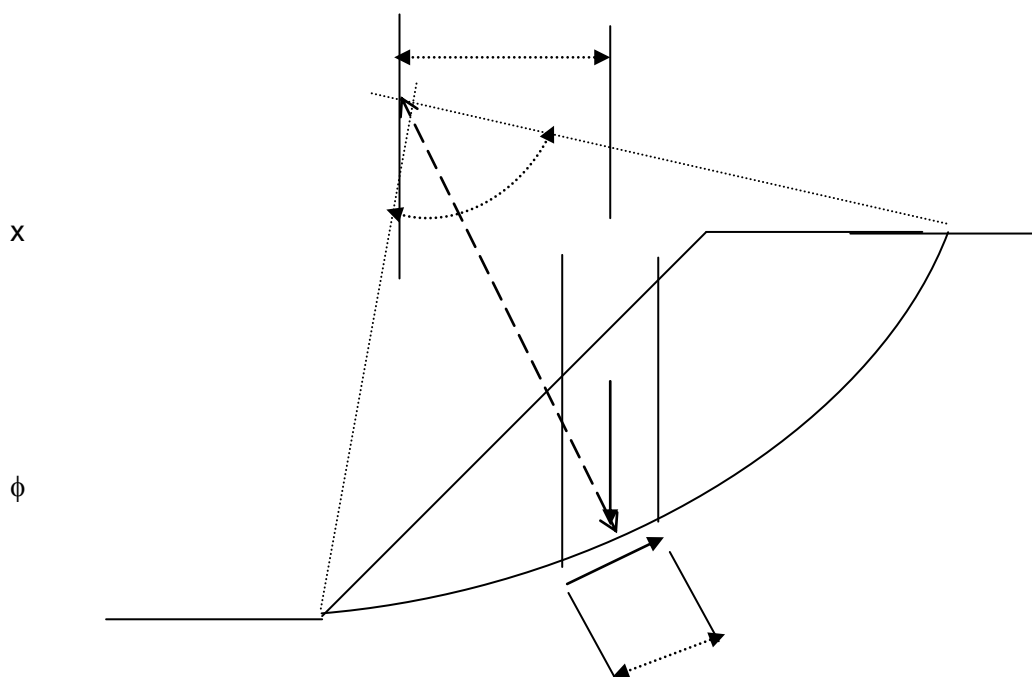
Dari Gambar 8 di atas maka kita dapat menghitung nilai Faktor Keamanan (FK) dengan persamaan sebagai berikut:

$$FK = \frac{W \cos \alpha \cdot \tan \theta}{W \sin \alpha}$$

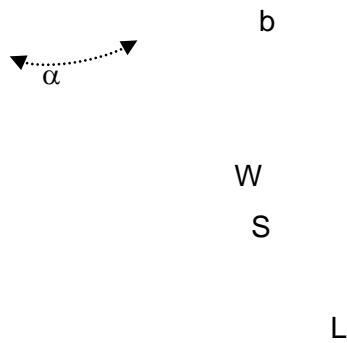
Dari prinsip diatas dapat dianalisa kelongsoran Metoda Bishop melalui gambaran sebgai berikut:

Jika kita mempunyai sebuah lereng (Lihat Gambar 10), kita ambil parameter segmen yaitu;

- 1) Lebar segmen = b
- 2) Berat segmen = W
- 3) Panjang dasar segmen = L
- 4) Jarak titik pusat dasar segmen dengan pusat rotasi = R
- 5) Jarak pusat rotasi dengan titik berat segmen = x
- 6) Tinggi air tanah = u



R



Gambar 68. Analisis Lereng Cara Bioshop

Dari gambar di atas maka dapat menghitung analisis lereng dengan bishop dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = \frac{1}{\sum W \cdot \sin \alpha} \sum [C'b + (W - u \cdot b) \tan \theta] \quad \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \theta \cdot \tan \alpha}{F}}$$

Contoh Perhitungan

Sebuah lereng dengan tinggi 10 meter dan lebar muka lereng 20 meter, mempunyai sifat fisik/mekanik sebagai berikut;

$$\gamma = 1,7 \text{ ton/m}^3$$

$$C' = 1,5 \text{ ton/m}^2$$

$$\theta' = 36^\circ$$

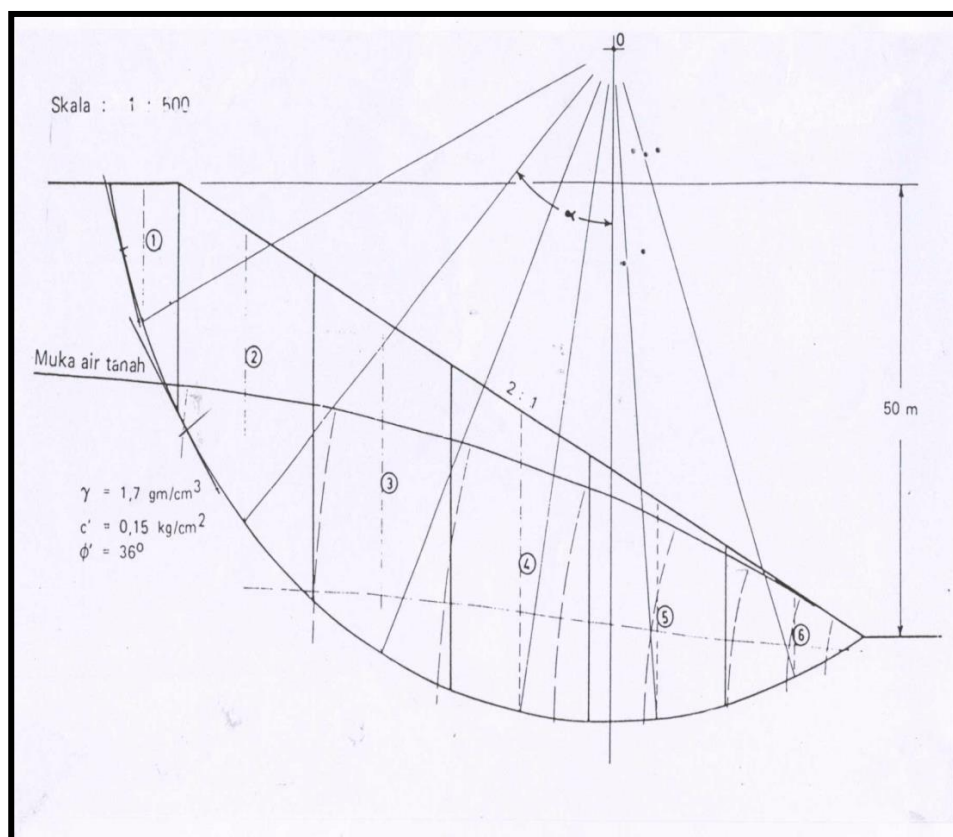
Hitung Faktor Keamanan?

Langkah Pekerjaan:

- 1) Buat segmen/irisan pada lereng, lebar irisan adalah b, tinggi irisan adalah h (gunanya untuk menghitung W dalam ton).
- 2) Buat garis singgung pada pertengahan dasar segmen, sudut antara garis singgung dengan horizontal disebut α , hitung $\sin \alpha$. $\sin \alpha$ akan negatif jika irisan segmen menahan kelongsoran.
- 3) Hitung tegangan air pori, masukan besaran pada rumus di atas.

Kita lihat bahwa sebelah kiri maupun sebelah kanan dari persamaan diatas mengandung F. Untuk menghitung harga F kita harus melakukan pengulangan (*iterative*), yaitu kita pertama ambil suatu harga F sebagai percobaan dan dimasukkan pada ruas sebelah kanan. Lalu dihitung harga F sebelah kiri. Hasil perhitungan ini dimasukkan lagi disebelah kanan dan seterusnya sampai mendapatkan nilai F yang sama.

Segmen	b (meter)	H (meter)	W (ton)	α°	$\sin \alpha$	$W \sin \alpha$ (ton)	$C' \cdot b$ (ton)	u (kg/cm ²)	u . b (ton)	$W - u \cdot b$	$(W - u \cdot b) \tan \phi$	8 + 12	(5) Sec °C $1 + \frac{\tan \phi' \tan \alpha}{F}$ F		13 x 14	
													F = 1,6	1,49	F = 1,6	1,49
													14		15	
1	10	15,5	264	66	0,914	241	15	0	0	192	264	207	1,230	1,175	255	243
2	20	33	1122	45,5	0,714	801	30	1,45	290	605	832	635	0,978	0,958	620	608
3	20	37	1258	26,5	0,446	572	30	2,5	500	551	758	581	0,915	0,900	532	523
4	20	33,7	1146	10	0,174	199	30	2,65	530	448	616	478	0,912	0,935	451	456
5	20	24,5	834	-5	0,087	-73	30	2,08	416	304	418	334	1,045	1,048	349	350
6	20	10	340	-20,5	0,351	-119	30	0,85	160	131	180	161	1,280	1,305	206	210
Jumlah : 1621													2413		2390	
													F = 1,49		1,47	



Gambar 69. Ilustrasi Kondisi Lereng Untuk Perhitungan Tabel 1

3. Analisa Pengembangan Desain Lereng Pit untuk Material Batuan

Dalam menganalisa atau menghitung kestabilan lereng batuan dapat digunakan beberapa metoda yaitu;

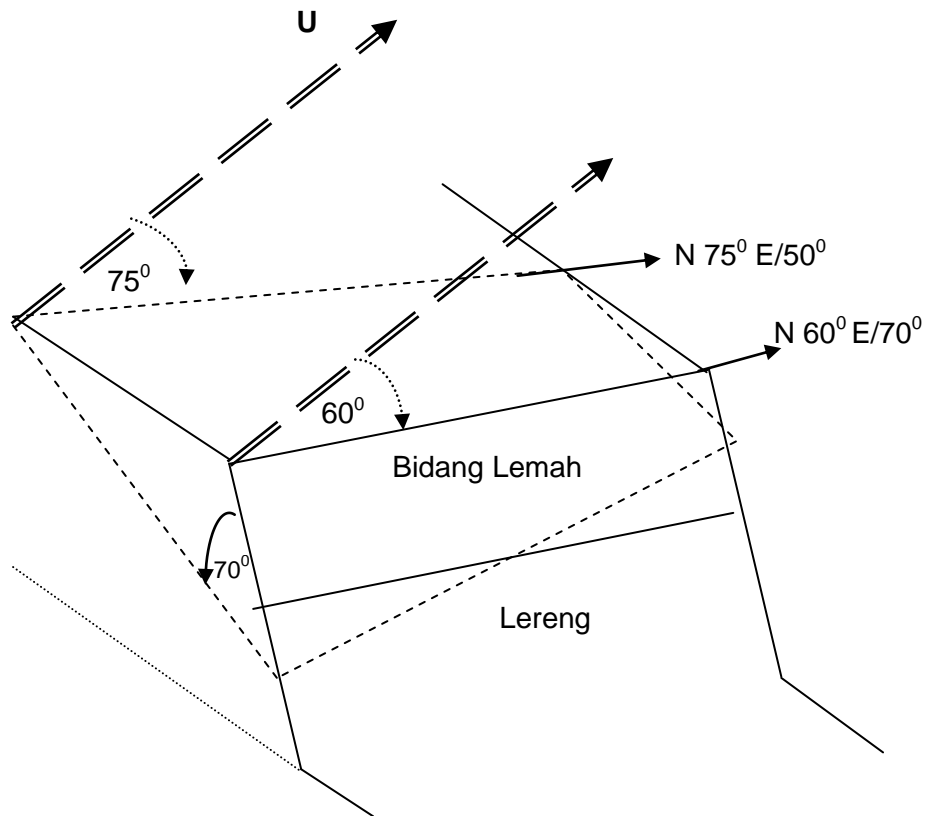
- a. Metoda Analitis, yaitu menganalisa kestabilan berdasarkan sifat fisik dan mekanik batuan ataupun tanah secara matematis/numerik yaitu dengan cara;
 - a. Matematis
 - b. Numeric (*finite element, distinct element*)
- b. Metoda Empiris, metoda ini digunakan untuk memperkirakan sudut lereng batuan berdasarkan klasifikasi massa batuan RMR (*Rock Mass Rating*).
- c. Metoda Analisa Balik, metoda ini digunakan untuk menghitung kestabilan lereng batuan ataupun tanah berdasarkan hasil-hasil pemantauan.

Selain beberapa metoda diatas, analisa stereografik seringkali dilakukan, untuk menganalisa potensi kelongsoran lereng batuan. Metoda ini tidak kuantitatif tetapi cukup dipercaya untuk mengetahui potensi kelongsoran bidang. Analisa stereografik ini dapat digabungkan dengan Metoda Analitis matematis sehingga hasilnya kuantitatif.

a. Analisa Stereografik

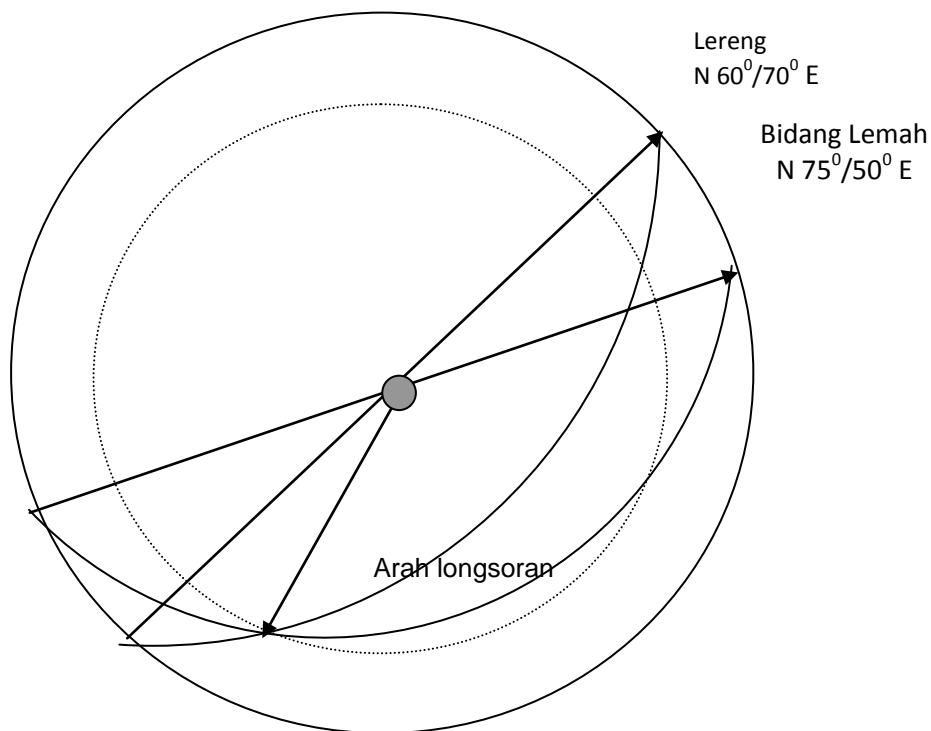
Metoda ini digunakan untuk penilaian awal kemungkinan adanya potensi kelongsoran pada suatu daerah. Data diambil dengan menggunakan pemetaan geologi serta identifikasi struktur. Parameter yang penting adalah;

- 1) Orientasi dari bidang diskontinyu (jurus dan kemiringan)
- 2) Bidang diskontinyu dianggap menerus.
- 3) Harga sudut geser dalam bidang diskontinyu lebih kecil dari sudut bidang diskontinyu
- 4) Orientasi lereng.



Gambar 70. Ilustrasi Kondisi Lereng Untuk Stereografis

Pada analisa ini semua bidang digambarkan dalam *equatorial equal angle net*.



Gambar 71. Proyeksi Stereografis Bidang Lemah

Penggambaran dalam stereografis akan memberikan suatu wawasan untuk mengevaluasi secara awal potensi kelongsoran pada suatu lereng. Potensi-potensi kelongsoran tersebut dapat digambarkan pada peta perencanaan tambang pada setiap seksi.

b. Metoda Analitis

1) Metode Analitis Grafis Dari Hoek & Bray

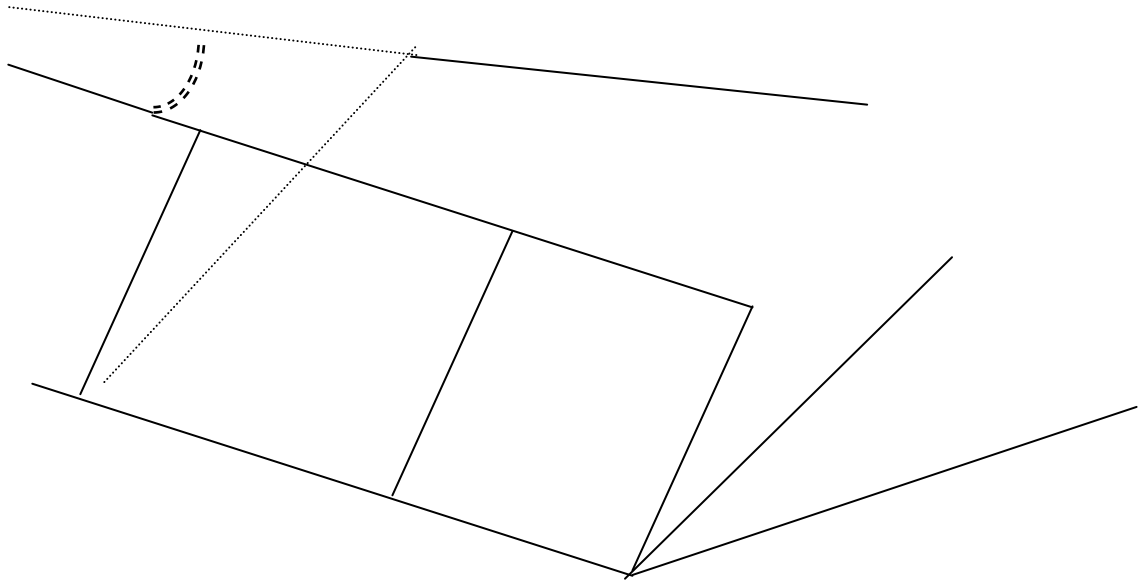
Metoda ini digunakan untuk jenis material batuan dimana longsoran dianalisa menurut bidang lemah.

a) Longsoran Bidang

Dalam menganalisis longsoran bidang dengan metode Hoek dan Bray; anggapan untuk proyeksi stereografis termasuk dalam asumsi termasuk asumsi berikut:

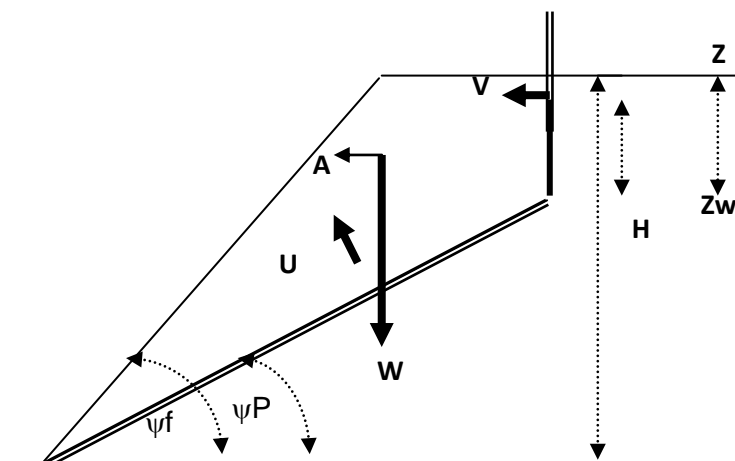
- (1) Bidang dimana terjadinya longsoran harus mempunyai strike yang sejajar atau tidak melebihi 20° dengan strike muka lereng.
- (2) Bidang gelincir harus 'daylight' atau sudut lereng lebih besar dari sudut bidang gelincir.

Sudut bidang gelincir (bidang diskontinyu) harus lebih besar dari sudut friksi (sudut geser dalam) bidang gelincir (bidang diskontinyu).



Gambar 72. Ilustrasi Lereng Dengan Bidang Luncur

Pada kondisi lapangan, diatas atau dimuka lereng sering dijumpai adanya *tension crack* yang terisi air.



Gambar 73. Longsoran Bidang

Keterangan:

- H = Tinggi lereng
 W = Berat blok
 U = Tekanan air dari bidang longsor
 V = Tekanan air dari *tension crack*
 ψ_f = Sudut lereng
 ψ_p = Sudut bidang longsor
 Z = Kedalaman *tension crack*
 Zw = Panjang kolom air pada *tension crack*

$$\text{Faktor Keamanan FK} = \frac{\text{Gaya-Gaya Penahan}}{\text{Gaya-Gaya Penggerak}}$$

$$F = \frac{C + A(W \cos \psi_p - U - V \sin \psi_p) \tan \phi}{W \sin \psi_p + V \cos \psi_p}$$

Keterangan :

- F = Faktor kemantapan lereng
 C = Kohesi pada bidang lurus
 A = Panjang bidang lurus (m) = $(H - Z) \cdot \text{Cosec } \psi_p$
 ϕ = Sudut geser dalam batuan ($^\circ$)
 $U = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot Z_w \cdot A$
 $V = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot Z^2 w$
 $W = \frac{1}{2} \cdot \gamma H^2 [(1 - (Z/H)^2) \cot \psi_p - \cot \psi_f]$ jika *tension crack* diatas lereng.
 $W = \frac{1}{2} \cdot \gamma H^2 [(1 - (Z/H)^2) \cot \psi_p - (\cot \psi_p \cdot \tan \psi_f - 1)]$, jika *tension crack* dimuka lereng.
 $Z = H (1 - \cot \psi_f \cdot \tan \psi_p)$

Jika terjadi getaran yang diakibatkan oleh adanya gempa, peledakan maupun aktivitas manusia lainnya, maka persamaan menjadi :

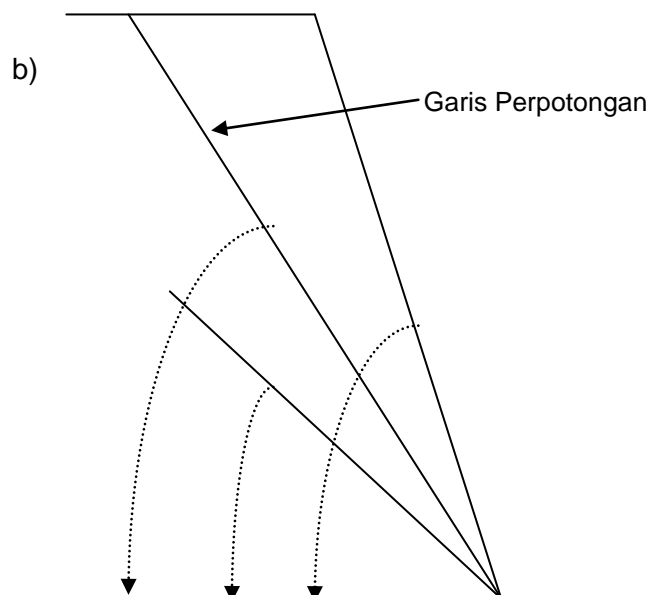
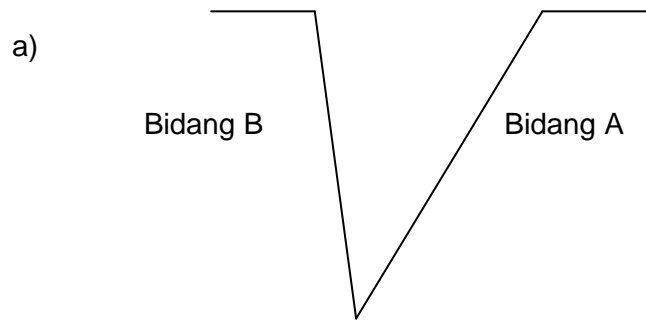
$$F = \frac{C \cdot A + (W \cos \psi_p - a \sin \psi_p) - U - V \sin \psi_p}{W (\sin \psi_p + V \cos \psi_p) + V \cos \psi_p} \tan \phi$$

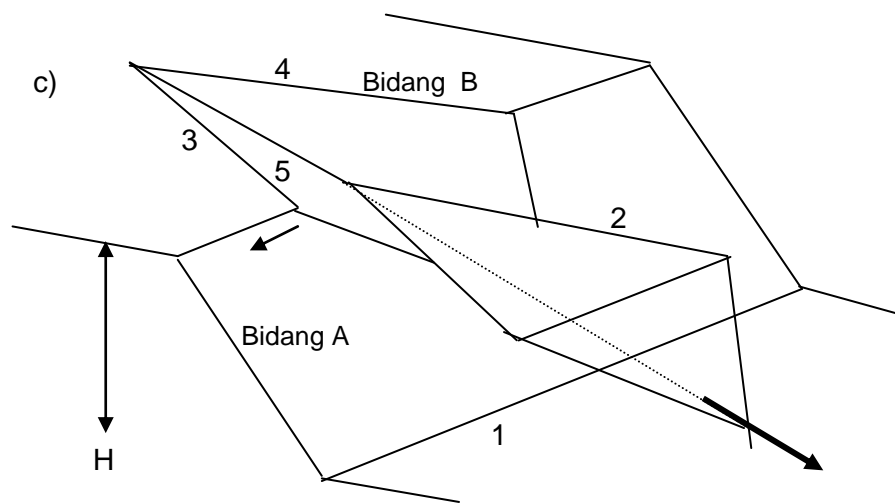
Keterangan :

a = Percepatan getaran pada arah mendatar akibat gerakan gempa atau kendaraan.

b) Longsoran Baji

Longsoran jenis ini lebih sering ditemukan di lapangan dibandingkan dengan longsoran bidang. Sebagai contoh analisis hanya akan dibahas tentang longsoran baji yang dibentuk oleh dua bidang lemah. Dalam analisis dengan menggunakan metode Hoek dan Bray, longsoran baji dianggap hanya akan terjadi pada garis perpotongan kedua bidang lemah tersebut.





Gambar 74. Model Longsor Baji

4. Rangkuman

- a. Tujuan dilakukannya analisis kemantapan lereng penambangan adalah untuk menentukan geometri lereng yang mantap dalam bentuk tinggi lereng dan sudut kemiringan lereng.
- b. Data yang digunakan untuk analisis ini adalah keadaan topografi, serta sifat fisik dan mekanik batuan pembentuk lereng.
- c. Analisa pengembangan desain lereng pit untuk material tanah, pada materi ini menggunakan metoda Hoek Chart dan Bishop.
- d. Metoda Hoek Chart merupakan metoda grafis atau dapat dianggap sebagai metoda empiris, karena menggunakan perbandingan kondisi lereng baku dengan kondisi lereng yang akan dihitung. Metode ini dipakai untuk desain permulaan dari suatu lereng, terutama untuk mengetahui Faktor Keamanan secara cepat.

- e. Metode Bishop dianggap metode analisis stabilitas lereng yang relatif paling teliti. Prinsipnya, yaitu menghitung besarnya kekuatan geser yang akan mempertahankan stabilitas, dibandingkan dengan besarnya tegangan geser yang bekerja. Harga perbandingan ini disebut faktor stabilitas atau Faktor Keamanan (FK).
- f. Analisa pengembangan desain lereng pit untuk material batuan, pada materi ini menggunakan metoda Analisa Stereografik dan Analitis Grafis dari Hoek & Bray.
- g. Metoda Analisa Stereografik digunakan untuk penilaian awal kemungkinan adanya potensi kelongsoran pada suatu daerah. Data diambil dengan menggunakan pemetaan geologi serta identifikasi struktur. Parameter yang penting adalah orientasi dari bidang diskontinyu (jurus dan kemiringan), bidang diskontinyu dianggap menerus, harga sudut geser dalam bidang diskontinyu lebih kecil dari sudut bidang diskontinyu dan orientasi lereng.
- h. Metoda Analitis Grafis dari Hoek & Bray digunakan untuk jenis material batuan dimana longsoran dianalisa menurut bidang lemah.

C. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai kompetensi profesional ini adalah:

1. Mengamati

Peserta didik diharapkan mengamati pengajar (guru) pada saat proses belajar mengajar untuk materi pengembangan desain lereng dari Pit.

2. Menanya

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang landasan teori mengenai pengembangan desain lereng dari Pit.

3. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data yang berhubungan dengan materi pengembangan desain lereng dari Pit dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan materi tersebut.

4. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data yang berhubungan dengan materi pengembangan desain lereng dari Pit dan mengkaitkan fungsinya ke dalam ilmu geoteknik, untuk selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang paling sederhana sampai pada yang lebih kompleks, sehingga tidak ada materi pembelajaran yang terlewatkan.

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang pengembangan desain lereng dari Pit dalam proses belajar mengajar secara lisan oleh pengajar ke peserta didik.

D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk mendapatkan umpan balik setelah mempelajari modul pembelajaran 8 ini, guru-guru diminta untuk mengisi rubrik umpan balik ini dan memberikan masukan yang konstruktif yang disediakan pada **Tabel 25**.

Tabel 25. Rubrik Umpan Balik Isi Modul

No	Pokok Bahasan	Pertanyaan Umpan Balik	Jawaban Guru dan Tindak Lanjut
1	Analisa Desain Lereng Pit untuk Material Tanah	Bisakah saudara merancang desain lereng untuk material tanah dengan metode Hoek Chart dan Bishop (C6)	
2	Analisa Desain Lereng Pit untuk Material Batuan	Bisakah saudara merancang desain lereng untuk material batuan dengan metode Stereografik dan Analitis (C6)	

E. Latihan/Soal/Tugas

1. Soal Essey

- Apakah tujuan dilakukannya analisis kemantapan lereng penambangan dan apa data yang digunakan?
- Apa saja persyaratan atau asumsi pada penggunaan Hoek Chart?
- Apakah prinsip keseimbangan batas?
- Jelaskan metoda yang digunakan untuk menganalisa atau menghitung kestabilan lereng batuan?
- Jelaskan parameter yang penting pada analisis stereografik ?

2. Soal Pilihan Ganda

- Manakah data yang tidak termaksud untuk analisis pengembangan desain lereng pit?
 - Topografi
 - Hasil uji sifat fisik
 - Data singkapan batubara
 - Hasil uji mekanika batuan
- Manakah yang tidak termaksud dalam parameter segmen suatu lereng?

- A. Lebar segmen
 - B. Tinggi segmen
 - C. Berat segmen
 - D. Panjang dasar segmen
- c. Manakah yang tidak termasuk dalam parameter analisis Hoek Chart?
- A. Kohesi
 - B. Sudut geser dalam
 - C. Tinggi lereng keseluruhan
 - D. Tinggi lereng tunggal
- d. Berapakah persyaratan sudut strike muka lereng pada longsoran bidang?
- A. $<20^\circ$
 - B. $<30^\circ$
 - C. $<25^\circ$
 - D. $<45^\circ$
- e. Manakah metoda yang tidak digunakan untuk menganalisa atau menghitung kestabilan lereng batuan?
- A. Metode analitis
 - B. Metoda *trial & error*
 - C. Metoda empirik
 - D. Metoda analisa balik

F. Kunci Jawaban

1. Soal Essey

- a. Tujuan dilakukannya analisis kemantapan lereng penambangan adalah untuk menentukan geometri lereng yang mantap dalam bentuk tinggi lereng dan sudut kemiringan lereng. Data yang digunakan untuk analisis ini adalah keadaan topografi, serta sifat fisik dan mekanik batuan pembentuk lereng.
- b. Persyaratan atau asumsi pada penggunaan Hoek Chart?
 - 1) Material pembentuk lereng dianggap homogen, jadi parameter kohesi, sudut geser dalam dan bobot isi cukup diwakili oleh satu harga.
 - 2) Bidang longsoran dianggap berbentuk *circular*.

- 3) Kondisi air tanah pada lereng diwakili oleh lima model seperti digambarkan dalam.
- c. Prinsip keseimbangan batas, yaitu menghitung besarnya kekuatan geser yang akan mempertahankan stabilitas, dibandingkan dengan besarnya tegangan geser yang bekerja.
- d. Metoda yang digunakan untuk menganalisa atau menghitung kestabilan lereng batuan?
 - 1) Metoda Analitis, yaitu menganalisa kestabilan berdasarkan sifat fisik dan mekanik batuan ataupun tanah secara matematis/numerik yaitu dengan cara: Matematis dan Numeric (*finite element, distinct element*).
 - 2) Metoda Empiris, metoda ini digunakan untuk memperkirakan sudut lereng batuan berdasarkan klasifikasi massa batuan RMR (*Rock Mass Rating*).
 - 3) Metoda Analisa Balik, metoda ini digunakan untuk menghitung kestabilan lereng batuan ataupun tanah berdasarkan hasil-hasil pemantauan.
- e. Parameter yang penting pada analisis stereografik ?
 - 1) Orientasi dari bidang diskontinyu (jurus dan kemiringan)
 - 2) Bidang diskontinyu dianggap menerus.
 - 3) Harga sudut geser dalam bidang diskontinyu lebih kecil dari sudut bidang diskontinyu
 - 4) Orientasi lereng.

2. Pilihan Ganda

- a. C
- b. B
- c. D
- d. A
- e. B

X. PENUTUP

Dengan selesainya penulisan modul Pasca Diklat Uji Kompetensi Gururu (UKG) ini, diharapkan para guru-guru SMK Pertambangan, dapat menambah ilmu pengetahuan dan menggali lebih dalam tentang: (1) Ilmu pedagogik khususnya tentang aspek-aspek penilaian; kriteria menilai proses belajar mengajar dan menyusun instrumen evaluasi. (2) Ilmu keprofesionalan dibidang pertambangan yang mencakup: Pengetahuan tentang fosil,

pengertian geologi dan perkembangan ilmu geologi, klasifikasi foraminifera besar, determinasi fosil mikro dan masalah keselamatan kerja di daerah pertambangan.

Pada bagian akhir setiap bab dari modul ini juga dilengkapi dengan latihan-latihan, kunci jawaban dan umpan balik sesuai dengan kompetensi yang diharapkan, guna melatih para guru untuk mendalami isi modul.

Akhir kata dari penulis, semoga modul ini bermanfaat untuk mengembangkan keprofesionalan anak bangsa terutama kepada para guru SMK untuk diajarkan kepada siswa-siswa SMK.

A. Evaluasi

Soal - Soal

1. Bagaimanakah ciri-ciri dari foraminifera besar?
2. Sebutkan 2 contoh tipe fosil yang berasal dari organismenya sendiri ?
3. Peristiwa apa saja yang dominan terjadi pada zaman Kapur?
4. Apakah yang dimaksud dengan “Disconformity” di dalam prinsip geologi?
5. Bagaimanakah ciri-ciri dari genus *Nummulites* ?
6. Bagaimanakah ciri-ciri dari genus *Bolivina* ?
7. Apakah perbedaan bentuk test dan bentuk kamar pada determinasi foraminifera kecil?
8. Apakah yang dimaksud *supplementary aperture* ?
9. Bagaimanakah ciri-ciri dari dinding gampingan porselen pada foraminifera?
10. Sebutkan tindakan atau sikap yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja?
11. Sebutkan nama perlengkapan pelindung diri untuk mencegah kecelakaan kerja pada seluruh anggota tubuh manusia?
12. Bagaimanakah ciri-ciri endapan emas epithermal?
13. Bagaimanakah proses terbentuknya unsur Mangan berupa endapan sedimenter?
14. Bagaimanakah asumsi longsor bidang menurut proyeksi stereografis?
15. Sebutkan pendekatan dan metode utama dari analisis kemantapan lereng?

Kunci Jawaban

1. Ciri-ciri foraminifera besar yaitu memiliki ukuran diameter lebih dari 2 mm dan volume cangkang lebih dari 3 mm³, jumlah kamar yang relatif banyak serta memiliki struktur cangkang bagian dalam yang kompleks.
2. Fosil Mammoth yang terawetkan karena es dan serangga yang terjebak dalam amber (getah tumbuhan).

3. Pada zaman Kapur terjadi peristiwa punahnya Dinosaurius, kemunculan pertama Primata dan kemunculan pertama Tumbuhan Berbunga.
4. Disconformity adalah salah satu jenis ketidakselarasan yang hubungan antara lapisan batuan (sekelompok batuan) dengan lapisan batuan lainnya (kelompok batuan lainnya) dibatasi oleh satu rumpang waktu tertentu.
5. Genus *Nummulites* memiliki ciri-ciri, yaitu kenampakan luar seperti lensa, terputar secara planispiral, hanya putaran terluar yang terlihat, pada umumnya licin, memiliki bentuk cangkang lentikuler dan mempunyai lebih dari 4 putaran.
6. Genus *Bolivina* memiliki ciri-ciri, yaitu bentuk cangkang memanjang, pipih agak runcing, beserial, komposisi gampingan, berposisi aperture pada kamar akhir dan kadang berbentuk *lope*.
7. Bentuk test adalah bentuk keseluruhan dari cangkang foraminifera, sedangkan bentuk kamar merupakan bentuk masing-masing kamar pembentuk test.
8. *Supplementary aperture* merupakan lubang lain dari aperture utama dan lebih kecil atau lubang tambahan dari aperture utama.
9. Dinding gampingan yang tidak berpori, mempunyai kenampakan seperti pada porselen, bila kena sinar berwarna putih opaque.
10. Kurang perhatian, kurang minat, malas, sombong, senda gurau, melakukan pekerjaan tanpa wewenang, menjalankan peralatan di luar batas aman, tidak menggunakan peralatan pengaman.
11. **Kepala** : helm, **mata** : kacamata debu, **muka dan paru-paru** : Respirator, **tubuh** : jaket dan celana panjang anti-percikan, **tangan** : sarung tangan dan **kaki** : sepatu karet.
12. Dijumpai dalam bentuk urat-urat baik urat kuarsa maupun urat karbonat pada suhu 150°-300° C dengan pH sedikit asam atau mendekati netral.
13. Terbentuknya oksida Mn biasanya berkaitan dengan kegiatan vulkanis dan batuan yang bersifat basa. Setelah batuan melapuk, maka butir – butir batuan itu mungkin menjadi mineral – mineral yang lebih stabil atau mungkin pula akan larut, terangkut oleh aliran air dan diendapkan di tempat lain sebagai endapan sedimenter.
14. Bidang dimana terjadinya longsoran harus mempunyai strike yang sejajar atau tidak melebihi 20° dengan strike muka lereng dan bidang gelincir harus 'daylight' atau sudut lereng lebih besar dari sudut bidang gelincir.
15. Pendekatan utama dari analisis kemantapan lereng yaitu pendekatan mekanika batuan, pendekatan mekanika tanah, dan pendekatan yang memakai kombinasi keduanya. Sedangkan, metoda analisis kemantapan yang dapat digunakan antara lain metoda analitik, metoda grafik, metoda keseimbangan limit, metoda numerik teori blok dan sistem pakar.

B. Glosarium

Environmental impact : adalah dampak lingkungan yaitu hasil atau akibat dari kegiatan atau proses tertentu. Dapat juga diartikan sebagai perubahan lingkungan, yang bersifat menguntungkan (positif) atau merugikan (negatif).

Geological section: Adalah potongan batuan secara alami atau gambar penampang geologi.

Geologi assurance: keyakinan geologi, yaitu tingkat keyakinan atau kepastian atas suatu sumber batubara yang mempunyai jarak tertentu dari titik contoh batubara yang telah dianalisis baik kualitas maupun jumlah cadangannya demikian pula data geologi lainnya. Tingkat keyakinan itu bertambah dengan berkurangnya jarak antara sumber tersebut dengan titik referensi batubara tersebut.

Intrusi: penerobosan atau gangguan batuan beku terhadap suatu pelapisan batubara, mineral atau batuan lainnya. Khususnya untuk batubara, intrusi batuan beku sekaligus dapat mengakibatkan gangguan terhadap sistem penambangan dan mengakibatkan tingginya peringkat atau kualitas batubara, misalnya lignit karena pengaruh intrusi dapat berubah menjadi antrasit. Hal ini misalnya dijumpai di lapangan tambang batubara Bukit Asam, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Biasanya pengaruh intrusi di lapangan endapan batubara tidak terlalu besar dan intrusi dalam skala kecil umumnya tidak dilaporkan dalam laporan geologi atas daerah endapan batubara yang besar.

Paleoenvironment: tempat dan lingkungan proses geologi dimana terjadinya endapan batuan.

Paleogeography: geography masa purba.

Paleopalynology: ilmu palynology zaman/masa purba (lihat palynology).

Foraminifera: adalah organisme bersel tunggal (protista) yang mempunyai cangkang atau test (istilah untuk cangkang internal). Foraminifera ditemukan melimpah sebagai fosil, setidaknya dalam kurun waktu 540 juta tahun. Cangkang foraminifera umumnya terdiri dari kamar-kamar yang tersusun sambung-menyambung selama masa pertumbuhannya. Bahkan ada yang berbentuk paling sederhana, yaitu berupa tabung yang terbuka atau berbentuk bola dengan satu lubang. Cangkang foraminifera tersusun

dari bahan organik, butiran pasir atau partikel-partikel lain yang terekat menyatu oleh semen, atau kristal CaCO_3 (kalsit atau aragonit) tergantung dari spesiesnya.

Periode Kapur atau Cretaceous: adalah salah satu periode geologi yang bermula pada akhir periode jura dan berlangsung hingga awal paleosen atau sekitar 145.5 ± 4.0 hingga 65.5 ± 0.3 juta tahun yang lalu.

Kemantapan (stabilitas) lereng: merupakan suatu faktor yang sangat penting dalam pekerjaan yang berhubungan dengan penggalian dan penimbunan tanah, batuan dan bahan galian, karena menyangkut persoalan keselamatan manusia (pekerja), keamanan peralatan serta kelancaran produksi. Keadaan ini berhubungan dengan bermacam-macam jenis pekerjaan, misalnya pada pembuatan jalan, bendungan, penggalian kanal, penggalian untuk konstruksi, penambangan dan lain-lain.

C. Daftar Pustaka

Noor, D, 2012, *Pengantar Geologi*, BAB 9, Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan. Bogor.

Pringgoprawiro, H., 1984, *Buku Panduan Pratikum Mikropaleontologi*, Laboratorium Mikropaleontologi. Jurusan Teknik Geologi ITB, Bandung.

Ridwan, (2014). *Kata Kerja Operasional (KKO) K-13*. Diakses tanggal 9 Desember 2015 dari <https://ridwan202.wordpress.com/2014/.../kata-kerja-o..>

Sudarmo, G.D., 2010, *Mikropaleontologi (Genus Foraminifera)*, Jurusan Teknik Geologi, Universitas Diponegoro, Semarang.

<http://gaishar-omarbakriebicara.blogspot.co.id/2012/02/aspek-aspek-yang-perlu-dinilai-dalam.html>